



MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey
(Organizadores)



MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

- Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

- Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia

Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliãni Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Maíces de las tierras bajas de América del Sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M217 Maíces de las tierras bajas de América del Sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay / Organizadores Natália Carolina de Almeida Silva, Flaviane Malaquias Costa, Rafael Vidal, Elizabeth Ann Veasey. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acceso: World Wide Web

Inclui bibliografía

ISBN 978-65-5706-694-2

DOI 10.22533/at.ed.942201712

1. Agricultura familiar. 2. Agroecología. 3. Caracterización de germoplasma. 4. Conservación in situ on farm. 5. Diversidad genética. 6. Domesticación. 7. Metodologías participativas. 8. Microcentros de diversidad. 9. Variedades criollas. 10. Recursos genéticos. 11. Razas de maíz. 12. Zea mays ssp. mays. I. Silva, Natália Carolina de Almeida (Organizadora). II. Costa, Flaviane Malaquias (Organizadora). III. Vidal, Rafael (Organizador). IV. Título.
CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

EQUIPO DEL PROYECTO «RAZAS DE MAÍZ DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR: AMPLIANDO EL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DE VARIEDADES CRIOLLAS DE BRASIL Y URUGUAY»

PROFESORES COORDINADORES DEL PROYECTO

Elizabeth Ann Veasey – Esalq/USP (Brasil)

Rafael Vidal – Fagro/Udelar (Uruguay)

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Natália Carolina de Almeida Silva

Flaviane Malaquias Costa

Rafael Vidal

Elizabeth Ann Veasey

INVESTIGADORES, ARTICULADORES LOCALES Y COLABORADORES

Adrián Cabrera

Alda Rodríguez

Albino Batista Gomes

Amauri Siviero

Ana Luíza Melgaço

Belen Morales

Betina Porta

Charles Roland Clement

Emanoel Dias

Fábio Freitas

Fabício Fuzzer de Andrade

Gabriel Fernandes Bianconi

Gastón Olano

Giovane Vielmo

Gilson de Carvalho

Guillermo Galván

Iana Samarillo

Irene Maria Cardoso

Jarcira de Oliveira Silva

Julia Medina Nascimento

Josy de Oliveira Pinheiro

Letícia Marion Fagundes da Silva

Lia Rejane Silveira Reiniger

Lilian Alessandra Rodrigues

Lis Pereira Soares

Magdalena Vaio

Maiara Cristina Hoppe

Marcelo Fossati

Marcos Cella

Mariana Vilaró

Mariano Beltrán

Marilín Banchero

Marlove Muniz

Marta Hoffmann

Mateo Favaro

Mercedes Rivas

Milla Dantas de Oliveira

Moacir Haverroth

Nicolas Davila

Paola Bianchini Cortez

Pauline Hélène Cécile Marie

Cuenin

Rubana Palhares

Ruben Cruz

Sara Pereira

Sarah Lucas Rodrigues

Silvana Machado

Simone Maulaz Elteto

Soledad Piazze

Tacuabé Gozaléz

Valentina Rodríguez

Valquíria Garrote

Victoria García da Rosa

Viviane Camejo

Zefa Valdivinia Pereira

Yolanda Maulaz Elteto

Este libro está dedicado a todas las personas, instituciones y organizaciones comprometidas con la conservación de la agrobiodiversidad, que luchan diariamente para dar visibilidad, voz y mejores condiciones de vida a mujeres y hombres que ejercen el valioso trabajo de guardianes de la biodiversidad.

¡Un viva a todos los agricultores familiares, tradicionales, colonos de la reforma agraria, indígenas, quilombolas y ribereños de las Tierras Bajas de América del Sur!

AGRADECIMIENTOS

En busca de respuestas a nuestras preguntas, nos dispersamos, al igual que el maíz, por los campos y bosques de este continente. Conocimos diferentes personas, aventuramos en los saberes y probamos sabores peculiares. En los biomas pampa y bosque atlántico (*Mata Atlântica*), vimos la fuerza de los guardianes de la agrobiodiversidad. En el cerrado, las semillas, con toda belleza, mostraron su fuerza y resistencia. En la Amazonía, encontramos un maíz raro y nos sorprendió la creatividad de los nativos para disfrutar de sus múltiples usos. En la caatinga, en busca de semillas de maíz, descubrimos que también hay semillas humanas y vimos que es el semiárido que la vida late. Al final de este trabajo, podemos decir que las respuestas que encontramos se han multiplicado en nuevas preguntas. Y de esta manera, la ciencia avanza, trayendo luz a lo desconocido e inspirando nuevas cuestiones. Las preguntas siempre han alimentado a la ciencia, así como las semillas han alimentado a la humanidad. Esta investigación solo fue posible debido a la unión de múltiples esfuerzos. De esta manera, expresamos nuestro sincero agradecimiento a todos los involucrados.

Expresamos nuestro respeto y gratitud a la familia y los agricultores familiares e indígenas que participaron en la investigación, por toda su colaboración con el proyecto y por el importante papel que desempeñan en la conservación de la agrobiodiversidad.

Agradecemos al Laboratorio de Genética Ecológica de Plantas, el *Departamento de Genética de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* de la Universidad de São Paulo (Esalq-USP, Brasil), y el Laboratorio de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Fagro-Udelar, Uruguay), por el apoyo institucional, la infraestructura, los materiales y los funcionarios que apuntalaron el desarrollo de la investigación.

A la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad (InterABio), por la movilización de los agricultores y toda la colaboración para que la investigación se llevara a cabo en las diferentes regiones involucradas en el proyecto.

A la *Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER)*, *Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas* de Ibarama-RS, *Guardiões Mirins*, *Prefeitura Municipal* de Ibarama/RS y *Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)*, por apoyar el proyecto en el estado de Rio Grande do Sul.

A la Universidad Federal da Grande Dourados (UFGD), Universidad Estadual de Maringá (UEM) y al Banco Comunitario de Semillas Lucinda Moreti, por apoyar la investigación en el estado Mato Grosso do Sul.

A la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Parroquia de Divino, Centro de Tecnologías Alternativas (CTA) y *Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais na Agricultura Familiar*, por apoyar el proyecto en el estado de Minas Gerais.

A la *Rede de Intercâmbios de Tecnologias Alternativas*, ASPTA - *Agricultura Familiar e Agroecologia*, la Red Semillas da Paixão, *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (EMBRAPA) *Semi-Árido*, por apoyar el proyecto en el estado de la Paraíba.

Al *Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia* (INPA), *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBIO) y *Reserva Agroextrativista Rio Ouro Preto* (RESEX), por apoyar el proyecto en el estado de Rondonia.

A la *Comissão Pró-Índio* (CPI-Acre), *Associação do Movimento dos Agente Agroflorestais Indígenas do Acre* (AMAAIAC) y EMBRAPA Acre, por apoyar el proyecto en el estado del Acre.

A la Universidad de la República (Udelar), el Centro Regional del Este (CURE) y la Red de Semillas Nativas y Criollas de Uruguay, por apoyar el proyecto en los departamentos de Rocha y Treinta y Tres.

Al Centro Universitario de Tacuarembó (Udelar/CUT), Centro Universitario de Rivera (Udelar/CUR) y Bio-Uruguay, por apoyar el proyecto en los departamentos de Tacuarembó y Rivera.

A la Sociedad de Fomento de Tala (SFT) por apoyar el proyecto en Tala, departamento de Canelones.

A la investigadora Iris Satie Hayashi Shimano de la Esalq-USP, por la contribución en los análisis estadísticos; y al investigador Juan Burgueño, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por la discusión sobre los análisis estadísticos realizados en la investigación.

A José Rafael Perez por su generosidad en la revisión del texto.

A la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP-Brasil), el *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq-Brasil) y la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC-Uruguay), por el apoyo presupuestal a la investigación.

PRESENTACIÓN

*Sou apenas a fartura generosa e
despreocupada dos paióis. [...]
Sou o milho.*

Cora Coralina

*Como o milho duro, que vira
pipoca macia, só mudamos para
melhor quando passamos pelo
fogo: as provações da vida.*

Rubem Alves

*Por fim treze deuses sagrados
encontram a solução, do milho
então são criados, os seres
humanos de então.*

Ana Abel

Este libro es una invitación a navegar por los caminos recorridos por el maíz en las Tierra Bajas de América del Sur en la antigüedad y la actualidad. En este viaje, interactuaremos con los pueblos indígenas, hablaremos con los agricultores, aprenderemos sobre la investigación genética y lingüística, y sobre cómo este cultivo está estrechamente relacionado con la historia humana en el continente americano. Se sabe que, en sus muchas variedades, el maíz ha sido el alimento básico no solo de los pueblos andinos, desde tiempos inmemoriales, sino también de los pueblos de la Amazonía, la Caatinga, el Cerrado, el Bosque Atlántico, el Pantanal y la Pampa brasileña y uruguaya.

Transformado en poesía por Cora Coralina, en filosofía por Rubem Alves, quien compara la maduración humana con la transfiguración del maíz pisingallo (*popcorn*) en una «flor blanca y suave», y considerado alimento sagrado por el Candomblé, el maíz nos alimenta y también alimenta a nuestros animales, se convierte en una muñeca de juguete para los niños, lleva los depósitos de abundancia, y promueve celebraciones de agradecimiento, especialmente en el mes de junio, época de la cosecha. ¡El maíz es pura bendición!

En América Central y también en las Tierras Altas de América del Sur, el maíz tiene muchos registros relacionados con la historia, los mitos y ritos. De los muchos que tuve la oportunidad de conocer, destaco el mito de la creación de humanos a partir del maíz, que se encuentra en la tradición del pueblo maya, cuyos dioses habrían tratado previamente de humanizar la arcilla y la madera, sin éxito, como en

el poema de Ana Abel.

La gran diferencia del viaje que haremos al leer este libro será conocer la historia del maíz y cómo se dispersó desde la Amazonía hasta llegar a Uruguay. Las poblaciones precolombinas que vivían en esta región de las Américas fueron muy espléndidas en la construcción de carreteras y el maíz, acompañando a los humanos, llegó y se pudo encontrar ampliamente en los principales biomas de América del Sur.

La agrobiodiversidad también está representada en este libro, que renueva conceptos científicamente consolidados sobre las razas de maíz, presenta la conservación en los sistemas agrícolas tradicionales, incluye semillas criollas y la diversidad de nuestro principal cultivo nativo: la mandioca. Para promover el diálogo de estos conceptos con el conocimiento de los pueblos indígenas y los agricultores que manejan esta diversidad cada temporada, estudios etnobotánicos en todos los biomas enriquecen el conocimiento aquí presentado.

El libro finaliza con experiencias inspiradoras para el manejo de la agrobiodiversidad. Conoceremos la creatividad y la pasión involucradas en los trabajos que expanden y conservan la diversidad genética, que actualmente están llevando a cabo los pueblos indígenas, las comunidades tradicionales y los agricultores familiares.

Aquí usted aprenderá, se inspirará y viajará... sírvase el *pop* (que también en este libro usted conocerá mejor) y siga con nosotros en estos caminos renovadores.

Dr.^a Patricia Bustamante – Embrapa Alimentos e Territórios

PREFACIO

La agrobiodiversidad puede ser definida como la parte de la biodiversidad destinada a la alimentación y la agricultura, y se organiza en cuatro niveles: diversidad dentro de especies o intraespecífica, como las variedades criollas; diversidad entre especies; diversidad de agroecosistemas, y diversidad cultural, que incluye la variabilidad de los sistemas de pensamiento, lenguas, conocimientos, prácticas, tradiciones, costumbres, creencias religiosas, tipos de alimentos, usos de bienes naturales, técnicas y tecnologías que crean la humanidad. En otras palabras, la agrobiodiversidad es el resultado del proceso coevolutivo de la domesticación de plantas, animales y paisajes llevada a cabo por diferentes pueblos, en diferentes momentos y lugares.

En este contexto, la obra *Maíces de las Tierras Bajas de América del Sur y Conservación de la Agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay* fue diseñada con el objetivo de difundir los resultados del Proyecto *Razas de Maíz de las Tierras Bajas de América del Sur: ampliando el conocimiento sobre la diversidad de variedades criollas de Brasil y del Uruguay*, desarrollado durante casi cuatro años de trabajo. El proyecto fue el resultado de un esfuerzo colectivo entre organizaciones, entidades, agricultores familiares, universidades y la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad (InterABio), para investigar la diversidad de maíz conservado in situ/on-farm en los diferentes biomas y regiones de Brasil y Uruguay, así como las estrategias para la conservación, el uso y la gestión de la agrobiodiversidad.

El libro abarca 17 capítulos distribuidos en tres partes: parte I: «Maíz: la planta emblemática del Continente Americano»; parte II: «Distribución y diversidad de maíz de Brasil y Uruguay», y parte III: «Experiencias de conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad».

En la parte I se discutieron los aspectos históricos de la evolución y la domesticación del maíz, su dispersión a través de las migraciones humanas y la diversificación de la especie en diferentes razas y variedades criollas; mostrando cómo se convirtió en el cereal emblemático de los pueblos del continente americano. Basado en una revisión de estudios científicos y la recopilación de información de diferentes áreas del conocimiento, tales como antropología, arqueología, lingüística y genética, el capítulo 1 aborda las siguientes preguntas: dónde, cómo y cuándo se domesticó el maíz, y las posibles rutas de dispersión a las Tierras Bajas de América del Sur.

La domesticación del maíz tuvo lugar a partir de un proceso coevolutivo entre la especie cultivada, los sistemas agrícolas y la selección humana, lo que

permitió la diversificación en diferentes razas, expandiendo su variabilidad genética, y resultando en la formación de centros secundarios de diversidad en todo el continente americano. En este contexto, el capítulo 2 presenta una breve historia de la clasificación de las razas de maíz en las Américas, la evolución del concepto de *raza* y la diversidad de las especies catalogadas en Brasil y Uruguay hasta el siglo xx. La memoria de los estudios se compila en una serie de documentos sobre las razas de maíz, elaborados para cada país, que en conjunto suman más de 300 razas descritas para las Américas, lo que constituye la base del conocimiento sobre la diversidad del maíz desde su centro de origen a las partes más australes del continente. Finalmente, el capítulo 3 presenta como tema central una visión de la diversidad genética de las colecciones ex situ de maíz en el Cono Sur.

La parte II presenta el *Proyecto de Razas de Maíz de las Tierras Bajas de América del Sur*: dónde se llevó a cabo, cómo se desarrolló y los principales resultados. El capítulo 4 detalla la metodología desarrollada en el ámbito del proyecto, contemplando las etapas de implementación, los materiales, los métodos, las herramientas y los principales resultados relacionados con el relevamiento etnobotánico, la colecta de variedades criollas y la caracterización fenotípica de espigas y granos. El capítulo 5 describe la metodología para la clasificación de razas de maíz, así como las razas actualmente identificadas y mantenidas por agricultoras y agricultores de Brasil y Uruguay. Finalmente, el capítulo 6 presenta la metodología para identificar microcentros de diversidad, los criterios que se utilizaron para indicar y reconocer regiones como áreas prioritarias para la conservación de la diversidad genética del maíz.

La parte III está dedicada a las experiencias de la Red de Investigación Colaborativa que actuó en la ejecución del Proyecto, relacionadas con la conservación, el manejo y el uso de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay, que incluyen maíz, pero van mucho más allá de la conservación de esta especie. Los capítulos publicados revelan las estrategias de cada región, de las organizaciones locales y de los agricultores para superar los desafíos que rodean la conservación de los recursos genéticos, y promover el fortalecimiento y el empoderamiento de los agricultores en el manejo de la agrobiodiversidad. Los temas cubiertos revelan la diversidad y la naturaleza de las experiencias, los puntos de convergencia y sus particularidades, organizados en diez capítulos.

En el contexto del bioma Pampa, los primeros tres capítulos están dedicados a experiencias en el territorio uruguayo, el primero (capítulo 7) presenta la experiencia de la Red de Semilla Criolla y Nativa, su proceso de organización, actividades con los agricultores y el impacto en la formulación de políticas públicas, como el Plan Nacional de Agroecología de Uruguay. El segundo (capítulo 8) trae la experiencia rescate del maíz pisingallo bajo el Programa Huertas en Centros Educativos,

basado en acciones pedagógicas integradas que involucran a niños de escuelas públicas, que van desde la siembra, la selección, la evaluación y la conservación, hasta la incorporación de maíz pisingallo en la merienda escolar. Finalmente, el capítulo 9 presenta una caracterización de las variedades criollas maíz pisingallo y su evaluación gastronómica con diferentes públicos en reuniones científicas y de agroecología, como una estrategia para la revalorización de las variedades criollas.

En el ecotono Pampa-Bosque Atlántico, el capítulo 10 presenta la experiencia de la Associação dos Guardiões das Semillas Crioulas de Ibarama, Rio Grande do Sul, se muestran las debilidades y las potencialidades que los guardianes tienen como grupo organizado, ya sea en sus procesos de gestión, en sociedad con otras instituciones o en la valoración del trabajo de las mujeres guardianas. En el bioma Bosque Atlántico, el capítulo 11 explora cómo la estrategia denominada Intercambios Agroecológicos y los intercambios de semillas promueven la conservación de las variedades criollas, permitiendo además el diálogo entre los agricultores, la libre circulación del germoplasma local, así como el intercambio y la construcción de conocimientos sobre las semillas, su manejo y los usos en la región de la *zona da mata* de Minas Gerais.

Yendo hacia al Cerrado, considerado el bioma de contacto con prácticamente todos los demás biomas (con la excepción del Pampa), el capítulo 12 aborda las diferencias en el manejo de la diversidad genética del maíz que realizan los agricultores familiares de la reforma agraria y las comunidades indígenas guaraní-kaiowá, siendo «la semilla el principio y el fin de este camino». En la Caatinga, un bioma genuinamente brasileño, se presentan experiencias de convivencia con el semiárido. La primera, discutida en el capítulo 13, trae la experiencia de la red de guardianes de las semillas *da paixão* (semillas de la pasión) de Agreste de la Paraíba, destacando la diversidad manejada en los Bancos Comunitarios de Semillas, la *Festa Estadual das Sementes da Paixão* y las estrategias de oposición al maíz transgénico.

El capítulo 14 cuenta la historia de la Comunidad Ouricuri, ubicada en Uauá, Bahía, en la gestión del territorio y de la agrobiodiversidad en el sistema agrícola tradicional llamado *Fundo de Pasto*, que articula el uso de áreas individuales y áreas de uso colectivo para la ganadería, la agricultura y el extractivismo.

Al llegar al bioma amazónico, el capítulo 15 aborda la diversidad de la mandioca, la dificultad de la nomenclatura de las variedades y la investigación llevada a cabo por Embrapa Acre con respecto a la caracterización, la evaluación, la conservación y el mejoramiento genético de la especie. El capítulo 16 describe la importancia del curso de capacitación de Agentes Agroforestales Indígenas, promovido por la *Comissão Pró-Índio do Acre* y regido por el principio de la educación intercultural en la gestión territorial y ambiental, la protección de las tierras indígenas

y sus alrededores, el uso y la conservación de recursos naturales y agroforestales, especialmente de las *palheiras* (palmeras).

Finalmente, el capítulo 17 reflexiona sobre cómo las mediaciones sociales, a partir del análisis de dos estudios de caso, fomentan y promueven procesos organizativos, movilización social y acceso a proyectos y políticas públicas por parte de los agricultores y sus organizaciones, para la conservación, el manejo y el uso de la agrobiodiversidad.

De esta manera, este trabajo tiene como objetivo alcanzar diferentes perfiles de lectores, como estudiantes y profesores de la comunidad académica, investigadores, técnicos, extensionistas, agricultores familiares e indígenas, y así generar un mayor impacto social. Además, puede usarse como referencia metodológica y colaborar en la capacitación de recursos humanos para la conservación de la agrobiodiversidad, la valoración de variedades criollas, la clasificación de razas de maíz y la identificación de microcentros de diversidad de maíz y otras especies.

Esperamos que el libro sea de su agrado, como lo fue para nosotros este viaje lleno de encuentros, aprendizajes y descubrimientos.

¡Buena lectura!

ÍNDICE

PARTE I - MAÍZ: LA PLANTA EMBLEMÁTICA DEL CONTINENTE AMERICANO

CAPÍTULO 1..... 1

ORIGEN, DOMESTICACIÓN Y DISPERSIÓN DEL MAÍZ EN LAS AMÉRICAS

Flaviane Malaquias Costa
Natália Carolina de Almeida Silva
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey

DOI 10.22533/at.ed.9422017121

CAPÍTULO 2..... 25

RAZAS DE MAÍZ DE LAS AMÉRICAS: REVISITANDO LOS ESTUDIOS SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA ESPECIE HASTA EL SIGLO XX

Natália Carolina de Almeida Silva
Rafael Vidal
Flaviane Malaquias Costa
Elizabeth Ann Veasey

DOI 10.22533/at.ed.9422017122

CAPÍTULO 3..... 44

DIVERSIDAD GENÉTICA EN COLECCIONES EX SITU DE MAÍZ DEL CONO SUR

Mariana Vilaró Varela

DOI 10.22533/at.ed.9422017123

PARTE II - DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DE MAÍZ DE BRASIL Y URUGUAY

CAPÍTULO 4..... 57

EL PROYECTO DE RAZAS DE MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR: AMPLIANDO EL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DE VARIEDADES CRIOLLAS DE BRASIL Y URUGUAY

Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey

DOI 10.22533/at.ed.9422017124

CAPÍTULO 5..... 87

CLASIFICACIÓN DE LAS RAZAS DE MAÍZ DE BRASIL Y URUGUAY: ENFOQUE METODOLÓGICO Y PRINCIPALES RESULTADOS

Natália Carolina de Almeida Silva
Rafael Vidal
Flaviane Malaquias Costa
Elizabeth Ann Veasey

DOI 10.22533/at.ed.9422017125

CAPÍTULO 6.....110

MICROCENTROS DE DIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

Natália Carolina de Almeida Silva

Flaviane Malaquias Costa

Rafael Vidal

Elizabeth Ann Veasey

DOI 10.22533/at.ed.9422017126

PARTE III - EXPERIENCIAS DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y USO DE LA AGROBIODIVERSIDAD

CAPÍTULO 7..... 125

RED NACIONAL DE SEMILLAS NATIVAS Y CRIOLLAS DEL URUGUAY

Mariano Beltrán

DOI 10.22533/at.ed.9422017127

CAPÍTULO 8..... 131

AL RESCATE DEL MAÍZ PISINGALLO

Ana Nicola

Sebastián Silveira

Santiago Caggianni

Valentina Alberti

Laura Sánchez

Natalia Cabrera

Ana Díaz

Raquel Stracconi

Stella Faroppa

Beatriz Bellenda

DOI 10.22533/at.ed.9422017128

CAPÍTULO 9..... 140

CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES CRIOLLAS DE MAÍZ PISINGALLO

Adrián Cabrera

Ximena Castro

Belén Morales

Gastón Olano

Rafael Vidal

DOI 10.22533/at.ed.9422017129

CAPÍTULO 10..... 147

LA EXPERIENCIA DE LA ASSOCIAÇÃO DOS GUARDIÕES DAS SEMENTES CRIOLLAS DE IBARAMA: UN CAMINO DE MUCHOS LÍMITES Y POTENCIALES

Lia Rejane Silveira Reiniger

Marielen Priscila Kaufmann

Iana Somavilla

Marlove Fátima Brião Muniz
Giovane Ronaldo Rigon Vielmo
Carmen Rejane Flôres Wizniewsky
José Geraldo Wizniewsky

DOI 10.22533/at.ed.94220171210

CAPÍTULO 11..... 157

LOS INTERCAMBIOS AGROECOLÓGICOS Y LOS INTERCAMBIOS DE SEMILLAS: ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS CRIOLLAS EN LA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Yolanda Maulaz Elteto
Lis Soares Pereira
Irene Maria Cardoso
Breno de Mello Silva

DOI 10.22533/at.ed.94220171211

CAPÍTULO 12..... 171

MANEJO DE VARIEDADES TRADICIONALES DE MAÍZ: LA EXPERIENCIA DE LOS AGRICULTORES INDÍGENAS GUARANÍ-KAIOWÁS EN MATO GROSSO DO SUL

Marta Hoffmann
José Ozinaldo Alves de Sena

DOI 10.22533/at.ed.94220171212

CAPÍTULO 13..... 182

SEMILLAS *DA PAIXÃO*: UNA EXPERIENCIA COLECTIVA Y TERRITORIAL DE CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN AGRESTE DE PARAÍBA

Gabriel Bianconi Fernandes
Emanoel Dias da Silva

DOI 10.22533/at.ed.94220171213

CAPÍTULO 14..... 198

MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN EL SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL FUNDO DE PASTO - COMUNIDAD OURICURI, UAUÁ/BA

Fabricio Bianchini
Paola Cortez Bianchini
Rebeca Mascarenhas Fonseca Barreto
Paulo Anchieta Florentino da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.94220171214

CAPÍTULO 15..... 227

AGROBIODIVERSIDAD DE LA MANDIOCA DEL ACRE

Mauro Siviero
Lauro Saraiva Lessa

DOI 10.22533/at.ed.94220171215

CAPÍTULO 16..... 241

LA FORMACIÓN DEL AGENTE AGROFORESTAL INDÍGENA Y EL MANEJO Y

LA CONSERVACIÓN DE *PALHEIRAS* EN LAS TIERRAS INDÍGENAS EN ACRE

Ana Luiza Melgaço Ramalho

Renato Antonio Gavazzi

DOI 10.22533/at.ed.94220171216

CAPÍTULO 17..... 253

GUARDIANES DE SEMILLAS CRIOLLAS Y MEDIACIÓN SOCIAL: LA
CONSTRUCCIÓN DE COLABORACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA
AGROBIODIVERSIDAD

Viviane Camejo Pereira

Michele Laffayett de Campos

Fábio Dal Soglio

DOI 10.22533/at.ed.94220171217

SOBRE LOS ORGANIZADORES 264

**PARTE I - Maíz: la planta emblemática del continente
americano**

CAPÍTULO 3

DIVERSIDAD GENÉTICA EN COLECCIONES EX SITU DE MAÍZ DEL CONO SUR

Aceptado: 03/11/2020

Mariana Vilaró Varela

Ingeniera agrónoma
Máster en Ciencias Ambientales
Docente asistente del Departamento de
Sistemas Agrarios y Paisajes Culturales, Centro
Universitario Regional del Este
Rocha, Uruguay

EL MAÍZ EN EL CONO SUR DE SUDAMÉRICA

Como se detalla en el Capítulo 1, las culturas precolombinas que habitaron Centroamérica hace unos 9.000 años comenzaron a domesticar el maíz (Matsuoka y otros, 2002; Piperno y otros, 2009) en un proceso que continúa siendo estudiado hasta hoy. La especie se diseminó por América y luego al resto del mundo, generando una diversidad genética excepcional a partir de la acción humana y adaptaciones a diferentes ambientes. Los países del Cono Sur de América del Sur (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay) poseen una riqueza muy importante de variedades criollas de maíz (Brieger y otros, 1958; Paterniani y Goodman, 1977), que han conservado de forma tradicional en el tiempo, principalmente por productores familiares (Vidal, 2016).

IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

La región de las tierras bajas de Sudamérica es reconocida como *centro de diversidad genética secundario* para el maíz (Berreta y otros, 2007; Vidal y otros, 2009; Ferrer y otros, 2016). En esta área existen registros de cultivo de maíz que datan de unos 3.000 años (Iriarte y otros, 2004). Los maíces indígenas cultivados por distintas culturas en América del Sur dieron origen a las que luego fueron conocidas como *razas comerciales antiguas* (Paterniani y otros, 2000). Estos maíces indígenas, que eran sembrados por los indios guaraní, *cáingang*, tupi, entre otros, tuvieron una gran importancia en el mejoramiento genético actual del cultivo. Trabajos recientes realizados en el sur de Brasil han identificado un microcentro de diversidad en este territorio (Costa y otros, 2017). Además del desarrollo de una gran cantidad de variedades criollas de maíz, la región alberga un *pool* génico con importantes adaptaciones locales (Bracco y otros, 2016).

La diversidad genética intraespecífica representa una fuente muy importante de variabilidad natural para el desarrollo del cultivo de maíz a nivel mundial. Mantener esta diversidad es esencial para lograr rendimientos estables y permitir adaptaciones a nuevas enfermedades o cambios en el ambiente. En

particular, las variedades criollas contienen un reservorio de diversidad genética importantísimo para el desarrollo futuro del cultivo a nivel mundial. Existen muchas características de interés agronómico provenientes de razas indígenas de maíz que pueden ser incorporadas exitosamente en programas de mejoramiento genético. Estas comprenden desde factores nutricionales hasta fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, o adaptaciones a condiciones ambientales específicas.

El grupo de razas conocido como *catetos* (también *amarillo*, *cuarentón* y *colorado*) se caracteriza por sus granos duros, amarillos a anaranjados y por ser uno de los grupos más extendidos en Sudamérica. Presenta contenidos elevados de proteínas y carotenoides, y algunas líneas muestran tolerancia al aluminio (Guimarães y otros, 2014), así como resistencia a estrés biótico y abiótico, que puede ser de interés para el mejoramiento. La raza *blanco dentado* (Fernández y otros, 1983; Ozer Ami y otros, 1995; Salhuana y otros, 1998) también ha mostrado resultados promisorios por su muy buena *performance* en producción de grano y rendimiento de forraje. Estudios realizados en variedades criollas de maíz la destacan como una fuente de metabolitos secundarios (carotenoides, antocianinas y compuestos fenólicos) de utilidad para la nutrición humana y las industrias farmacéuticas y cosméticas (Uarrota y otros, 2011). Se ha estudiado la diversidad de compuestos químicos presentes en los estilos de maíz (barbas) de variedades criollas provenientes de Brasil, con reconocidas propiedades terapéuticas; los resultados mostraron diferencias en la composición química de estos compuestos de acuerdo con el origen de los materiales analizados (Kuhnen y otros, 2010).

En cuanto a la tolerancia a aluminio, en una comparación entre híbridos provenientes de cuatro compañías de semilla y variedades criollas de productores, se confirmó la superioridad de las variedades criollas en su tolerancia a este compuesto (Coelho y otros, 2016). Las mismas podrían ser exploradas en programas de mejoramiento para la introgresión de alelos de interés en germoplasma elite, posibilitando el desarrollo de genotipos comerciales con mayores tolerancias a aluminio. Por otra parte, las variedades criollas resistentes a insectos pueden ser una alternativa a los métodos convencionales de control. El uso de variedades criollas resistentes a *Diabrotica speciosa* (Germer) es una herramienta importante para el manejo de esta enfermedad, pudiéndose utilizar esta resistencia en programas de mejoramiento genético (Costa y otros, 2018). Con respecto a enfermedades provocadas por hongos como *E. turcicum* y *B. maydis*, se han encontrado genotipos con resistencia genética promisoriosa para ser utilizados en programas de mejoramiento en la raza *pipoca* (Kurosawa y otros, 2018).

Proyectos internacionales como el *Latin American Maize Project-LAMP* (Salhuana y otros, 1997), que comenzó en el año 1987 y luego continuó con el *Germplasm Enhancement of Maize* (GEM, 2003), tuvieron como objetivo promover

el uso de la diversidad genética existente en el cultivo, introduciendo germoplasma de maíz de distintas partes del mundo en materiales adaptados. El Proyecto GEM, particularmente, buscó ampliar la base genética del maíz de Estados Unidos con el fin de aumentar la productividad y la diversidad genética. Se buscó mejorar características de grano como composición, calidad del aceite y del almidón provenientes de germoplasma exótico, e introducirlos en líneas endocriadas adaptadas. En un trabajo más reciente, se demostró el potencial de las líneas dobles haploides derivadas de variedades criollas para ampliar la base genética de líneas adaptadas, confirmando la utilidad de realizar cruces entre materiales elite y variedades criollas (Strigens y otros, 2013).

Actualmente se realizan esfuerzos a nivel mundial que apuntan a caracterizar las variedades criollas tanto a nivel genético como fenotípico, para permitir la selección y el uso de estos recursos en mejoramiento genético (Hellin y otros, 2014). Un ejemplo es *Seeds of Discovery* (Seed), una iniciativa conjunta entre el CIMMYT y el Gobierno de México que ha comenzado un sondeo intensivo de la diversidad fenotípica y molecular del germoplasma de maíz conservado ex situ en el CIMMYT (<http://seedsofdiscovery.org/seed/about/>). La meta es estudiar la variación genética disponible en los recursos genéticos de maíz y trigo a través de herramientas bioinformáticas, y poner a disposición la información sobre alelos favorables y haplotipos asociados a caracteres de interés para los mejoradores (en particular tolerancia a estrés biótico y abiótico y calidad nutricional), de una forma que sea fácilmente utilizable.

Las variedades locales y las razas indígenas que mantienen activamente los productores como poblaciones de polinización abierta son un componente clave de la agrobiodiversidad. Sin embargo, estas variedades tradicionales están siendo reemplazadas por cultivares mejorados (Gimenes e Lopes, 2000) a ritmos crecientes. El reemplazo de las variedades locales por cultivares modernos más uniformes es una de las principales causas de erosión genética. En muchos casos, asociadas a esas variedades tradicionales se pierden también tradiciones indígenas de cultivo, con la consecuencia de que muchas de ellas no podrán ser colectadas nuevamente (Valente y otros, 1999).

COLECCIONES DE MAÍZ EN LA REGIÓN

En la década del 70, previo a la difusión comercial de cultivares híbridos y transgénicos, se realizaron importantes misiones de colecta de germoplasma de maíz en campos de productores en países del Cono Sur. Las muestras se conservaron ex situ en bancos de germoplasma nacionales e internacionales. Se caracterizaron y evaluaron en sus países de origen, y se publicaron catálogos de

recursos genéticos. En los catálogos se incluye información sobre la identificación y localización geográfica de las accesiones —datos de *pasaporte*—, además de descriptores morfológicos y agronómicos y una clasificación racial (Anderson e Cutler, 1942).

El conocimiento asociado a las colecciones de germoplasma conservadas *ex situ* es fundamental para favorecer su conservación, ya que posibilita que las colecciones estén más accesibles y fomenta el uso de estas en programas de mejoramiento genético. En este sentido, la información eco-geográfica asociada al sitio de colecta de las accesiones ha demostrado ser muy útil para clasificar el germoplasma en distintos cultivos (Greene e Hart, 1996; Guarino y otros, 1999; Steiner, 1999; Malosetti y Abadie, 2001; Parra-Quijano y otros, 2011; Loskutov y otros, 2017). En maíz, particularmente, se ha utilizado exitosamente información sobre el origen eco-geográfico asociado al tipo de grano para clasificar variedades criollas (Abadie y otros, 1998; Burle y otros, 2002), y para seleccionar la colección núcleo de maíz de Brasil (Abadie y otros, 1999).

PATRONES DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN EL CONO SUR

A continuación se presentan los principales resultados de un trabajo que tuvo por objetivo estudiar la distribución geográfica de las colecciones de maíz de países del Cono Sur y analizar su diversidad genética en función del tipo de grano (Vilaró y otros, 2020). Los sitios de colecta de las accesiones que integran las colecciones de maíz de estos países se muestran georreferenciados en la Figura 3.1.

Las bases de datos utilizadas para la elaboración de estos mapas provienen, para el caso de las colecciones de Uruguay, Chile y Bolivia, de los catálogos de recursos genéticos (Fernández y otros, 1983; Paratori y otros, 1990; Avila y otros, 1998). En cuanto a los datos de las accesiones de Argentina, Paraguay y Brasil, estos fueron proporcionados por cooperadores de INTA, CRIA y BAG-EMBRAPA, respectivamente. Para mapear la distribución geográfica de las colecciones se utilizó el programa DIVA-GIS (Hijmans y otros, 2001). Como se observa en el mapa de la región, las colectas abarcan distintas zonas eco-geográficas del Cono Sur de América, apreciándose una importante dispersión y también patrones de concentración de las accesiones.

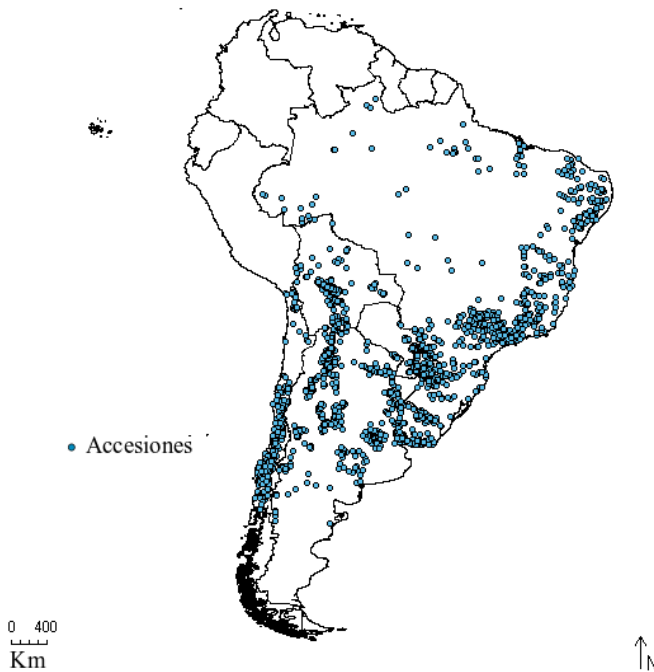


Figura 3.1. Ubicación de los sitios de colecta de las colecciones de maíz de los países del Cono Sur.

Al analizar los patrones de distribución de los distintos tipos de grano de maíz en la región (Figura 3.2), se observa que en términos generales los maíces de tipo harinoso y *pipoca* se localizan preferentemente en áreas que fueron habitadas por distintos grupos indígenas (guaraní, tupí guaraní, cáingang y chavante). De esta forma, se registran concentraciones importantes de maíz de grano harinoso en Paraguay, Bolivia y las zonas norte y central de Chile. Por su parte, los maíces de granos duros se encuentran distribuidos por toda la región y predominan al sureste de Brasil y a lo largo de la costa atlántica. En Uruguay, más de la mitad de la colección está representada por granos de tipo duro, presentando una distribución amplia en todo el país. En Chile, el maíz de grano duro representa aproximadamente un 40 por ciento de la colección nacional, con una distribución dispersa. En Argentina, este tipo de grano se encuentra restringido a la provincia de Buenos Aires y el norte del país. Los maíces de tipo dentado, que en términos generales se distribuyen a lo largo de la costa atlántica desde Brasil hasta Uruguay, tienen su origen en introducciones desde Estados Unidos. Los maíces de grano tipo *pipoca*, por su parte, se concentran en áreas que fueron antiguamente ocupadas por los indios guaraní. Estos se registraron principalmente en las zonas centrales de Chile y Argentina, y de manera dispersa tanto en Brasil como en Uruguay.

La distribución de los distintos tipos de grano (*pipoca*, duros, harinosos y dentados) se relaciona con etapas diferenciales en el proceso de domesticación del cultivo; se asume que los maíces primitivos fueron de tipo *pipoca*, apareciendo luego los granos duros, harinosos y por último los dentados. Los indios guaraníes cultivaban un maíz de tipo harinoso perteneciente a la raza *Avatí morotí*, un maíz blanco duro de la raza *Avatí tupí* y dos tipos de maíz *pipoca*: uno con granos redondeados (*Avatí pichingá ihú*) y otro con granos en punta (*Avatí pichangá*). Como regla general, el maíz de tipo harinoso predomina en poblaciones con descendencia indígena, mientras que la mayoría de los materiales utilizados en programas de mejoramiento genético corresponden a tipos dentados y duros que evolucionaron en América del Norte y Central.

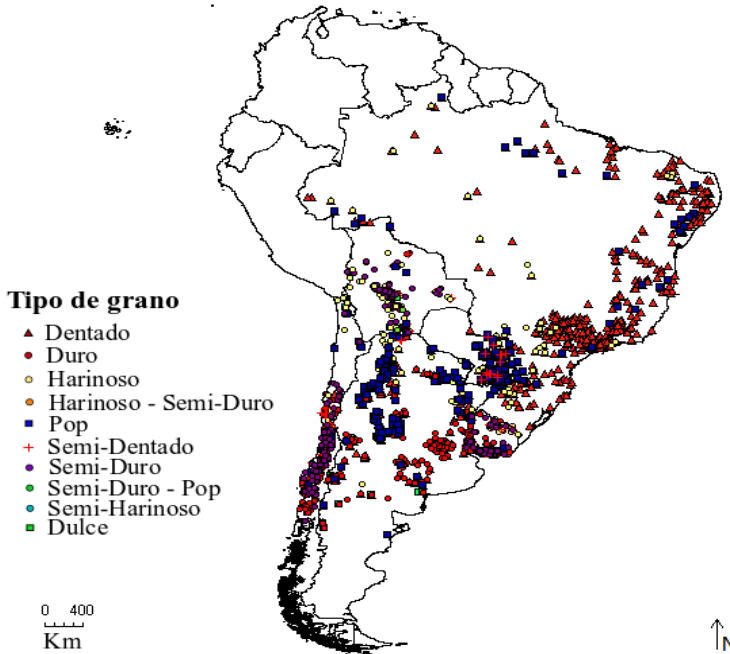


Figura 3.2. Distribución de accesiones de maíz en los países del Cono Sur de acuerdo con el tipo de grano.

En las Figuras 3.3 y 3.4 se presentan los resultados de los análisis de diversidad efectuados con los datos de las colecciones de la región (riqueza e Índice de diversidad de Shannon). Estos análisis se realizaron con el programa *DIVA-GIS*, que divide el territorio en celdas de igual superficie y, con base en distintos atributos de los datos —por ejemplo, *textura de grano*—, realiza cálculos dentro de

cada una de las celdas. En color rojo se muestran las áreas con los valores más altos de estas variables, mientras que las celdas verdes exhiben los valores más bajos. El valor máximo de riqueza registrado fue de siete tipos de grano diferentes, en la región central de Bolivia (Cochabamba, Chuquisaca, Potosí) y en la región O'Higgins de Chile. En Uruguay, se registraron seis distintos tipos de grano en el sur (departamentos de Canelones y San José), noreste (Tacuarembó y Rivera) y oeste (Soriano y Colonia) (Figura 3.3). La variable de diversidad (Índice de Shannon) muestra patrones similares, con los valores mayores registrados en Chile (1.676), Bolivia (1.535), Paraguay (1.486), norte de Argentina (1.386), y Uruguay (1.255) (Figura 3.4). A partir de estos resultados se concluye que la distribución de la diversidad de maíz no es homogénea a lo largo del Cono Sur, observándose microcentros de diversidad en regiones como el centro de Chile y Bolivia, el sur de Paraguay, el norte de Argentina, y Uruguay.

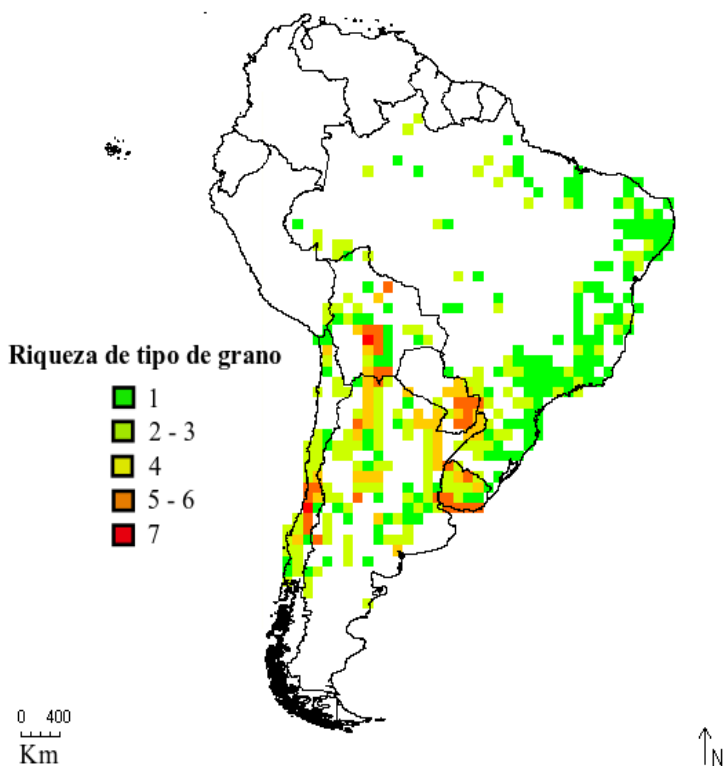


Figura 3.3. Riqueza de tipos de grano de accesiones de maíz de los países del Cono Sur.

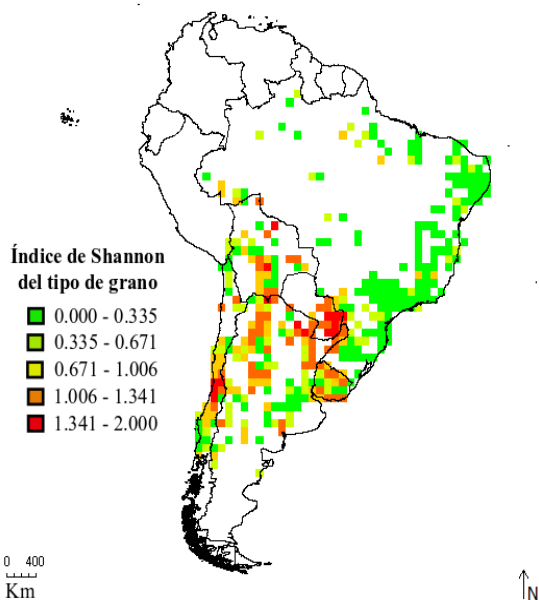


Figura 3.4. Índice de diversidad de tipos de grano de maíz en accesiones de países del Cono Sur.

PERSPECTIVAS

En la actualidad, en muchas regiones de Sudamérica, el cultivo de maíz se realiza en grandes extensiones para la alimentación animal, principalmente, utilizando cultivares híbridos y transgénicos. Las variedades criollas —que encierran significativamente más diversidad que los cultivares modernos— pueden mostrar adaptaciones a ambientes marginales, constituyendo un recurso importante para la agricultura en condiciones adversas (Zhu y otros, 2000), incluidos escenarios de cambio climático (Prasanna, 2012). En estas variedades todavía existe una considerable diversidad genética para ser explorada en el mejoramiento de variedades de polinización abierta y líneas endocriadas (Warburton y otros, 2008), tanto en la búsqueda de mayores rendimientos, como tolerancias a estrés ambiental específico (Hellin y otros, 2014). Por otra parte, su variabilidad fenotípica es importante en la disección genética de caracteres de grano y calidad de grano (Flint-García y otros, 2009).

A pesar de que en la actualidad en varios países de la región existe una apertura hacia productos agrícolas con identidad local, el cultivo y el desarrollo de productos basados en la agrobiodiversidad local aún es limitado. En este sentido, las variedades criollas de maíz tienen un rol importante para jugar como fuente para el desarrollo de bienes diferenciados. Existen demandas para usos particulares que

pueden ser abastecidas con variedades tradicionales; identificar y capitalizar estas oportunidades plantea un interesante desafío.

A partir de la revalorización de los microcentros de diversidad, donde todavía se practican agriculturas de tipo tradicional, es posible proponer planes de prospección y estrategias de conservación in situ para las variedades tradicionales que aún se cultivan. Los censos de diversidad (Costa y otros, 2017) son otro mecanismo para caracterizar localmente la diversidad genética, y contribuir al fortalecimiento de las estrategias de conservación *on farm*. Integrando distintos tipos de información es posible utilizar más racionalmente las colecciones y establecer metas de conservación adecuadas.

REFERENCIAS

Abadie, T.; Magalhaes, J.R.; Cordeiro, C.T.; Parentoni, S.; de Andrade, R. (1998) A classification for Brazilian maize landraces. *Plant Genetic Resources Newsletter* 114:43-44.

Abadie, T.; Magalhaes, J.R.; Parentoni, S.; Cordeiro, C.T.; de Andrade, R. (1999) The core collection of maize germplasm of Brazil. *Plant Genetic Resources Newsletter* 117:55-56.

Anderson, E.; Cutler, H.C. (1942) Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. *Annals of Missouri Botanical Garden* 29:69-89.

Avila, G.; Guzmán, L.; Céspedes, M. (1998) Catálogo de recursos genéticos de maíces bolivianos conservados en el banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani. Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani. Cochabamba.

Berretta, A.; Condón, F.; Rivas, M. (2007) Segundo informe país sobre el estado de los recursos fitogenéticos – Uruguay. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Uruguay.pdf>. Acceso em 30/08/2017.

Bracco, M.; Cascales, J.; Cámara Hernández, J.; Poggio, L.; Gottlieb, A.M.; Lia, V.V. (2016) Dissecting maize diversity in lowland South America: genetic structure and geographic distribution models. *BMC Plant Biology* 16:186.

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenschein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other Eastern South American Countries. National Academy of Science, National Research Council, Washington, DC. Publication N° 593.

Burle, M.L.; Abadie, T.; das Neves Alves, R.B.; de Andrade, R.V. (2002) Análise geográfica da coleção de germoplasma de milho em SIG: distribuição da diversidade e aplicação de descritores ecológicos. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis, SC.

Coelho, C.J.; Molin, D.; Jong, G.; Gardingo, J.R.; Caires, E.F.; Matiello, R.R. (2016) Brazilian maize landraces: source of aluminum tolerance. *Australian Journal of Crop Science* 10:42-49.

Costa, F.M.; Silva, N.C.A.; Ogliari, J.B. (2017) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of Zea mays L. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64(4):681-700.

Costa, E.N.; Nogueira, L.; De Souza, B.H.S.; Ribeiro, Z.A.; Louvandini, H.; Zukoff, S.N.; Boiça Júnior, A.L. (2018) Characterization of antibiosis to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian maize landraces. *Journal of Economic Entomology* 111:454-462.

Fernández, G.; Frutos, E.; Maiola, C. (1983) Catálogo de recursos genéticos de maíz de Sudamérica-Uruguay. E.E.R.A. - Pergamino INTA CIRF, Pergamino.

Ferrer, M.; Defacio, R.; Teixeira, F.; Salazar, E.; Noldín, O.; Condón, F.; Fassio, A. (2016) Regeneración de los recursos genéticos de maíz del Cono Sur. PROCISUR.

Flint-Garcia, S.A.; Bodnar, A.L.; Scott, M.P. (2009) Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. *Theoretical and Applied Genetics* 119:1129-1142.

GEM (2003). Germplasm Enhancement of Maize. <http://www.public.iastate.edu/~usda-gem/index.htm>. Acceso em 31/07/2019.

Gimenes, M.A.; Lopes, C.R. (2000) Isoenzymatic variation in the germplasm of Brazilian races of maize (*Zea mays* L.) *Genetics and Molecular Biology* 23:375-380.

Greene, S.L.; Hart, T. (1996) Plant genetic resource collections: an opportunity for the evolution of global data sets. In: Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling. Santa Fe, New Mexico.

Guarino, L.; Maxted, N.; Sawkins, M. (1999) Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. In: Greene, S.L.; Guarino, L. (Eds). Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication n.27, Madison, Wisconsin.

Guimaraes, C.T.; Simoes, C.C.; Pastina, M.M.; Maron, L.M.; Magalhaes, J.V.; Vasconcellos, R.C.C.; Guimaraes, L.J.M.; Lana, U.G.P.; Tinoco, C.F.S.; Noda, R.W.; Jardim-Belicuas, S.N.; Kochian, L.V.; Alves, V.M.C.; Parentoni, S.N. (2014) Genetic dissection of Al tolerance QTLs in the maize genome by high density SNP scan. *BMC Genomics* 15:153.

Hellin, J.; Bellon, M.R.; Hearne, S.J. (2014). Maize landraces and adaptation to climate change in Mexico. *Journal of Crop Improvement* 28:484-501.

Hijmans, R.J.; Cruz, M.; Rojas, E.; Guarino, L.; Franco, T.L. (2001) Diva-GIS versión 1.4. Un Sistema de Información Geográfico para el manejo y análisis de datos sobre Recursos Genéticos. Manual. Centro Internacional de la Papa, Lima.

Iriarte, J.; Holst, I.; Marozzi, O.; Listopad, C.; Alonso, E.; Rinderknecht, A.; Montaña, J. (2004) Evidence for cultivar adoption and emerging complexity during the mid-Holocene in the La Plata basin. *Nature* 432:614-617.

Kuhnen, S.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Da Silva Santos, S.M.; Ferreira, A.G.; Bonham, C.C.; Vernon Wood, K.; Maraschin, M. (2010) Metabolic fingerprint of Brazilian maize landraces silk (stigma/styles) using NMR spectroscopy and chemometric methods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 58:2194-2200.

Kurosawa, R.N.F.; Vivas, M.; Amaral, J.A.T.; Ribeiro, R.M.; Miranda, S.B.; Pena, G.F.; Leite, J.T.; Mora, F. (2018) Popcorn germplasm resistance to fungal diseases caused by *Exserohilum turcicum* and *Bipolaris maydis*. *Bragantia* 77:36-47.

- Loskutov, I.G.; Melnikova, S.V.; Bagmet, L.V. (2017) Eco-geographical assessment of *Avena L.* wild species at the VIR herbarium and genebank collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64:177-188.
- Malosetti, M.; Abadie, T. (2001) Sampling strategy to develop a core collection of Uruguayan maize landraces based on morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution* 48:381-390.
- Matsuoka, Y.; Vigouroux, M.; Goodman, M.; Sánchez, J.; Buckler, E.; Doebley, J. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States* 99:6080-6084.
- Ozer, A.H.; Abadie, T.; Olveyra, M. (1995) Informe final del Proyecto LAMP. Facultad de Agronomía, Montevideo.
- Paratori, O.; Sbarbaro, H.; Villegas, C. (1990) Catálogo de recursos genéticos de maíz de Chile. *Boletín Técnico* 165. INIA. Santiago.
- Parra-Quijano, M.; Iriondo, J.M.; Cruz, M.; Torres, E. (2011). Strategies for the development of core collections based on ecogeographical data. *Crop Science* 51:656-666.
- Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas, CIMMYT, Mexico City.
- Paterniani, E.; Nass, L.L.; dos Santos, M.X. (2000) O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. Uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: Udry, C.V.; Duarte, W. (Orgs.) Uma história brasileira do milho – o valor dos recursos genéticos. Paralelo 15, Brasília.
- Piperno, D.R.; Ranere, A.J.; Holst, I.; Iriarte, J.; Dickau, R. (2009) Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106:5019-5024.
- Prasanna, B.M. (2012) Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. *Journal of Biosciences* 37:843-855.
- Salhuana, W., Sevilla, R., Eberhart, S.A. (1997) Final report: Latin American Maize Project. Pioneer. Hi-Bred International, Johnston, Iowa.
- Salhuana, W.; Pollak, L.M.; Ferrer, M.; Paratori, O.; Vivo, G. (1998) Breeding potential of maize accessions from Argentina, Chile, USA, and Uruguay. *Crop Science* 38: 886-872.
- Steiner, J.J. (1999) Exploring the relationship of plant genotype and phenotype to ecogeography. In: Greene, S.L.; Guarino, L. (Eds). *Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity*. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication n.27, Madison, Wisconsin.
- Strigens, A.; Schipprack, W.; Reif, J.C.; Melchinger, A.E. (2013) Unlocking the genetic diversity of maize landraces with doubled haploids opens new avenues for breeding. *PLoS One* 8(2):e57234.
- Uarrota, V.G.; Ricardo Brasil Severino, and Marcelo Maraschin. (2011) Maize landraces (*Zea mays L.*): a new prospective source for secondary metabolite production. *International Journal of Agricultural Research* 6:218-226.

Valente, E.S.D.S.; Gimenes, M.A.; Lopes, C.R. (1999) Variabilidade isoenzimática em oito raças de milho. *Bragantia* 58:29-31.

Vidal, R. (2016) Diversidade das populações locais de milho de Anchieta e Guaraciaba, Oeste de Santa Catarina: múltiplas abordagens para sua compreensão. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Vidal, R.; Bellenda, F.; Estramil, E.; Fernández, G.; Lafluf, P.; Oliveira, M.; Ozer, A.H.; Vivo, G. (2009) Obtención de una variedad de polinización abierta de maíz exitosa a partir de germoplasma local. In: VII Simposio de recursos genéticos para América Latina y el Caribe. Santiago.

Vilaró M, Vidal R, Abadie T. Diversity of Maize Landraces in Germplasm Collections from South America. *Agrociencia Uruguay*. 2020;23(1):108. Disponible en: <http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/108>. doi:<https://doi.org/10.31285/AGRO.24.108>

Warburton, M.L.; Reif, J.C.; Frisch, M.; Bohn, M.; Bedoya, C.; Xia, X.C. Melchinger, A. E. (2008) Genetic diversity in CIMMYT nontemperate maize germplasm: landraces, open pollinated varieties, and inbred lines. *Crop Science* 48:617.

Zhu, Y.; Chen, H.; Fan, J.; Wang, Y.; Cheng, J.; Fan, J.X.; Yang, S.; Hu, L.; Leng, H.; Mew, T.W.; Teng, P.S.; Wang, Z.; Mundt, C.C. (2000) Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406:718-722.

PARTE II - Distribución y diversidad de maíz de Brasil y Uruguay



MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 