



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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Alfnas

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 Alborno – 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. Liliã Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia 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 provas 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 6

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

Aceptado: 03/11/2020

Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

Natália Carolina de Almeida Silva

Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad
Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Flaviane Malaquias Costa

Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Rafael Vidal

Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del
Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de
Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía,
Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
ID Lattes: 7810178532592114

Elizabeth Ann Veasey

Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São
Paulo

Estudio realizado como parte de la tesis doctoral titulada *Patrones de dispersión y conservación de la diversidad genética del maíz en las tierras bajas de América del Sur*, Departamento de Genética, Escuela de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, São Paulo, Brasil.

INTRODUCCIÓN

Los centros de diversidad se refieren a los centros de acumulación de germoplasma y domesticación in situ (Harlan, 1971; Hawkes, 1983), desarrollados por poblaciones humanas que obtienen, cultivan y mejoran sus cultivos para permitir el mantenimiento nutricional de las altas densidades de población (Clement, 1999). Para caracterizar una región como un centro de diversidad, los factores genéticos, biológicos, socioculturales, ecológicos y evolutivos son esenciales (Serratos, 2009).

Las regiones consideradas centros de diversidad para especies cultivadas están asociadas con áreas restringidas con alta diversidad, y microcentros de diversidad relacionados con áreas geográficas muy restringidas, dentro de las que se acumula una diversidad significativa (Harlan, 1971, 1992). La identificación de microcentros de diversidad es relevante pues contribuye a: a) comprender cuáles y cómo se distribuye la diversidad conservada

in situ/*on-farm*; b) formular políticas públicas para la conservación de los recursos genéticos de importancia para la alimentación y la agricultura; c) comprender los patrones de dispersión de una especie; d) guiar las estrategias de colección de germoplasma, considerando áreas de alta diversidad genética; e) desarrollar programas de mejoramiento genético. La caracterización de la distribución espacial de la diversidad en los microcentros de diversidad puede estar determinada por la biogeografía de las especies cultivadas, así como por los aspectos geográficos humanos (interacción entre la sociedad y el espacio geográfico), que involucran al grupo étnico, cuyos habitantes comparten una identidad local y rasgos culturales, relaciones sociales, organización y uso del suelo, y diversos factores económicos (Zimmerer y Douches, 1991).

Los centros de diversidad pueden involucrar diferentes niveles de cobertura espacial: macrogeográfica, mesogeográfica y microgeográfica, donde se puede agrupar la concentración de la diversidad biológica. En este contexto, una microrregión puede cubrir un área de 1.000 a 10.000 km² (Zimmerer y Douches, 1991), así como los centros de diversidad más pequeños corresponden a áreas restringidas con una concentración moderada a alta de recursos genéticos de plantas cultivadas, debido a la influencia antrópica actual o pasada (Clemente, 1999). En este caso, la concentración de la diversidad está relacionada con un grupo humano con una cultura específica, con tecnología agrícola significativa y, por lo tanto, puede considerarse como un centro de acumulación a lo largo del tiempo (Clemente, 1999). En el altiplano de Perú, por ejemplo, las microrregiones a menudo corresponden a municipios, departamentos políticos que reflejan patrones de organización económica y sociocultural del pasado y el presente (Zimmerer y Douches, 1991).

Los centros de diversidad y los microcentros están formados por la conservación in situ/*on-farm*, que corresponde a la conservación de los componentes de la diversidad biológica en sus ambientes naturales (CBD, 1992). Esta estrategia implica la conservación de ecosistemas y hábitats naturales, el mantenimiento y la recuperación de poblaciones viables en sus ambientes naturales y, en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en los ambientes donde han desarrollado sus propiedades características (CBD, 1992). La conservación in situ/*on-farm* juega un papel esencial en el mantenimiento de la diversidad de los recursos genéticos en el campo, ya que está sujeta a procesos evolutivos, promoviendo el desarrollo adaptativo de las especies en relación con las variaciones climáticas que se han producido con el tiempo. El mantenimiento de los procesos ecológicos es esencial para que las poblaciones persistan frente a un entorno naturalmente heterogéneo, en continuo cambio antes de la acción humana, y permite la generación continua de nuevos recursos genéticos a través de la evolución en su entorno natural y la

domesticación en su entorno social. (Pincel, 2000). Sin embargo, estos recursos genéticos son vulnerables a las pérdidas dentro del sistema agrícola en el que se insertan, principalmente debido a la industrialización de la agricultura, pues los agricultores familiares han reemplazado sus variedades nativas con cultivares comerciales (Brush, 2000).

En el caso del maíz (*Zea mays* spp. *mays* L.), la distribución de variedades criollas en paisajes agrícolas puede ser un indicador de los patrones de riqueza y uniformidad de la diversidad genética mantenida in situ/on-farm, y ayudar en la definición de estrategias para conservación. Un estudio reciente sugirió que el maíz llegó a las tierras bajas de América del Sur en un estado parcial de domesticación, y también indicó un centro secundario de mejoramiento de la especie en esta parte del continente (Kistler y otros, 2018). El microcentro de diversidad de maíz identificado en Santa Catarina, en el Sur de Brasil, mostró una riqueza expresiva de variedades criollas, características morfológicas y valores de uso atribuidos a las variedades (Costa y otros, 2017). Con el fin de ampliar el muestreo y el conocimiento sobre los recursos genéticos de la especie, y para indicar zonas de conservación prioritarias, esta investigación tuvo como objetivo identificar microcentros de diversidad de maíz en las tierras bajas de América del Sur, a través de indicadores e índices etnobotánicos, morfológicos y moleculares de diversidad genética, en diferentes regiones y biomas de Brasil y Uruguay.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MICROCENTROS DE DIVERSIDAD DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

La investigación abarcó cinco biomas: amazonas, cerrado, caatinga, bosque atlántico y pampa; cinco estados en Brasil: Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Paraíba (PB), Rio Grande do Sul (RS) y Rondônia (RO); y cinco departamentos en Uruguay: Canelones (CA), Rocha (RO), Treinta y Tres (TT), Tacuarembó (TA) y Rivera (RV) (Figura 6.1). La colección y caracterización etnobotánica fue apoyada por la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad InterABio, presentada en el Capítulo 4, que involucró universidades, organizaciones que trabajan con la agricultura familiar, e instituciones de investigación y extensión.

El número de agricultores que participaron en cada región se determinó de acuerdo con la indicación de los socios locales, la logística y el propio interés de los agricultores en participar y colaborar con la investigación. El estudio contó con la participación de 261 agricultores y 127 entrevistados, como se muestra en la Tabla 4.3 del Capítulo 4. Durante las colecciones, se buscó obtener la máxima diversidad de variedades criollas de maíz presentes en cada región. La *caracterización*

etnobotánica se describió en el Capítulo 4 y la *caracterización fenotípica* y la *clasificación de las razas* se llevaron a cabo con base en la descripción metodológica, presentada en el Capítulo 5.

La caracterización molecular involucró 209 accesiones de maíz de los estados Mato Grosso do Sul (15), Minas Gerais (46), Paraíba (25), Rio Grande do Sul (26) y Rondônia (8), en Brasil, y los departamentos de Canelones (17), Rocha/Treinta y Tres (22) y Tacuarembó/Rivera (50), en Uruguay. Las muestras se extrajeron utilizando el método CTAB modificado (Doyle y Doyle, 1990), en el laboratorio *Genetic Analysis Service for Agriculture* (SAGA) en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en México. La obtención de marcadores de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) utilizando la técnica de genotipado DArTseq fue realizada por la compañía *Diversity Arrays Technology* (DART) (<https://www.diversityarrays.com/technology-and-resources/dartseq/dartseq-data-types/>), en el CIMMYT.

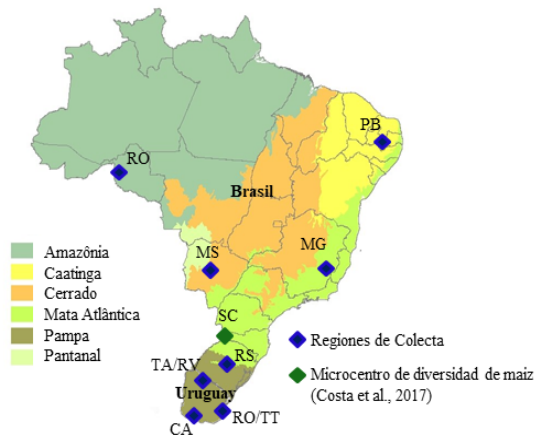


Figura 6.1 Distribución geográfica de las regiones de recolección y los biomas cubiertos por esta investigación, y el microcentro de diversidad identificado por Costa y otros (2017). Los colores en la parte inferior del mapa representan la distribución de biomas en Brasil y Uruguay.

Los parámetros de diversidad genética, el número total de alelos (A), la heterocigosidad observada (H_O), el índice de diversidad genética de Nei (1978) (o heterocigosidad esperada, H_E) y el coeficiente de endogamia (f) se estimaron utilizando el paquete *hierfstat* (Goudet, 2005) y *poppr* (Kamvar y otros, 2014) en el programa R (R Development Core Team, 2015). En este estudio, los parámetros de diversidad se consideraron solo indicadores de la diversidad genética, ya que

las muestras se extrajeron utilizando *bulks* de individuos (dos *bulks* de hojas de 15 individuos de cada acceso, que representaban 30 individuos por variedad), que formaron una muestra compuesta que representa cada acceso.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ

La caracterización etnobotánica, fenotípica y molecular permitió la obtención de los siguientes indicadores: i) etnobotánicos: número promedio de variedades por agricultores (NVA), riqueza de nombres locales (RNL), riqueza de nombres exclusivos (RNE), riqueza de usos gastronómicos (RU), riqueza de origen (RO), tiempo promedio de cultivo (TM); ii) fenotípicos: riqueza de color de grano (RCG), riqueza de tipo de grano (RTG), riqueza racial (RR), riqueza de razas exclusivas (RRE), *Índice de Shannon de los descriptores cualitativos (H'DQ)*; y iii) moleculares: índice de diversidad genética de Nei (1978) (D), y heterocigosidad observada (H_o). Los indicadores RNE y RRE que involucran el carácter «exclusivo» corresponden a nombres y razas locales con presencia identificada exclusivamente en una región. El H'DQ consideró los descriptores: textura del color del grano, color del grano, tipo de grano, forma de la espiga, disposición del grano en la hilera, color del marlo, color del pericarpio, color del endospermo, forma del grano, forma del borde del grano.

Se generaron índices de diversidad genética basados en los indicadores obtenidos, como herramienta metodológica para la identificación y caracterización de los microcentros de diversidad de maíz. Para cada indicador etnobotánico y fenotípico, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H') (Shannon, 1948). Para los indicadores moleculares, se consideraron el índice de diversidad genética Nei (1978) (D) y la heterocigosidad observada (H_o). A partir del valor promedio de los índices etnobotánicos, se generó un solo índice, que se denominó «Índice Etno», y por el mismo procedimiento se generaron, a partir de los índices fenotípicos y moleculares, el «Índice Feno» y el «Índice Mol», respectivamente. Estos índices se obtuvieron con el objetivo de indicar un valor de referencia promedio para la diversidad genética por región, en función de sus respectivos indicadores. El índice de Shannon se calculó utilizando el *software* PAST versión 4.0 (Hammer y otros, 2001).

H' representa un índice de diversidad utilizado para medir la diversidad de datos categóricos. El cálculo de H se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

p_i = abundancia relativa (proporción) de la variedad i en la muestra

$p_i = n_i/N$

n_i = número de individuos de la variedad i

N = número de individuos total en la muestra

INDICADORES QUE DAN FORMA A LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE LAS VARIETADES CRIOLLAS EN DIFERENTES REGIONES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

La diversidad genética de las variedades criollas de maíz se evaluó utilizando indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares por región. Los indicadores etnobotánicos y fenotípicos se obtuvieron de los resultados presentados en los Capítulos 4 y 5, respectivamente. La caracterización molecular también estimó, en este estudio, el número total de alelos y el coeficiente de endogamia. El número total de alelos varió de 7.307 a 9.514, el más bajo observado en Rondônia (7.307), y los más altos en Minas Gerais (9.514), Rio Grande do Sul (9.448) y Tacuarembó/Rivera (9.399). El coeficiente de endogamia varió de -0,5231 a -0,0266. Los valores negativos para este parámetro, observados en todas las regiones, indican un exceso de heterocigotos.

Sobre la base de indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, se calcularon diferentes índices de diversidad genética para medir y comparar la diversidad de maíz presente en las regiones, así como para obtener parámetros promedio para caracterizar/identificar los microcentros de diversidad de maíz en las regiones de las tierras bajas de América del Sur (Tabla 6.1). De esta forma, se generaron los índices «Etno», «Feno» y «Mol», en función de los respectivos indicadores.

Los valores más altos del índice Etno se diagnosticaron en las siguientes regiones: Minas Gerais (2,61), Rio Grande do Sul (2,52), Mato Grosso do Sul (2,19) y Rondônia (2,13); del índice Feno, en Rio Grande do Sul (1,39), Minas Gerais (1,35), Tacuarembó/Rivera (1,26) y Mato Grosso do Sul (1,18); y del índice Mol, en Canelones (0,276), Tacuarembó/Rivera (0,258), Minas Gerais (0,243) y Rio Grande do Sul (0,228). Considerando el índice Etno, la región con el valor más bajo tiene 53,64 % del valor máximo observado; para el índice Feno, el valor fue de 55,40 %, y para el índice Mol, 46 %.

En general, los índices «Etno», «Feno» y «Mol» se consideraron altos, ya que presentaron cerca del 50 % de los valores máximos observados. Todos los parámetros evaluados juntos retrataron una diversidad expresiva de variedades criollas de maíz, caracterizadas por la riqueza y presencia de variedades exclusivas en todas las regiones. Todos estos elementos estaban involucrados en un contexto sociocultural dinámico demostrado por la caracterización etnobotánica, que presentó especificidades regionales.

	Región	Índice Etno	Índice Feno	Índice Mol
Brasil	Mato Grosso do Sul	2,19	1,18	0,178
	Minas Gerais	2,61	1,35	0,243
	Paraíba	1,79	0,77	0,216
	Rio Grande do Sul	2,52	1,39	0,228
	Rondônia	2,13	0,58	0,127
Uruguay	Canelones	1,40	1,00	0,276
	Rocha	2,08	1,16	0,213
	Tacuarembó	1,82	1,26	0,258

Tabla 6.1. Índices de diversidad genética del maíz Etno, Feno y Mol, generados a partir de índices calculados por medio de indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, en diferentes regiones de las tierras bajas de América del Sur.

MICROCENTROS DE DIVERSIDAD INDICAN ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

Los indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares mostraron una amplia diversidad de maíz, lo que permitió la identificación de microcentros de diversidad de la especie en diferentes regiones de las tierras bajas de América del Sur. La presente investigación involucró diferentes contextos ecogeográficos y biomas (amazonia, cerrado, caatinga, bosque atlántico y pampa), así como contextos socioculturales, en los que se incluyeron diferentes perfiles de agricultores familiares: agricultores tradicionales, quilombolas, colonos de la reforma agraria, ribereños y pueblos indígenas. Todos estos elementos, componentes ambientales y humanos, actúan en el proceso de diversificación y dan forma a la diversidad de variedades criollas presentes en cada lugar. Cada región tiene peculiaridades intrínsecas, lo que hace que cada lugar sea único en términos de conservación.

Las regiones de Minas Gerais, Rio Grande do Sul y Rocha/Treinta y Tres tuvieron los valores más altos de riqueza de nombres locales. Todas las regiones involucradas en la investigación presentaron nombres locales exclusivos de la región, que oscilaron entre 4 (Canelones) y 33 (Minas Gerais) entre las regiones, totalizando 134 nombres locales exclusivos distribuidos en todas las áreas. Este resultado indica que cada ubicación tiene su propia diversidad, ya que el nombre de la variedad se considera un indicador de diversidad y un importante marcador de caracterización de la diversidad.

La exclusividad de los nombres locales indica la presencia de variedades únicas en cada ubicación. Esta información demuestra la importancia del papel de todas las regiones como reservorios genéticos, que no deben ser descuidados y merecen atención dentro de los programas de conservación de los recursos

genéticos. La identificación de microcentros de diversidad es relevante porque brinda apoyo y reconocimiento científico a estas áreas, con base en criterios analíticos, y puede subsidiar las políticas públicas que involucran estas áreas.

El microcentro de diversidad de maíz, ubicado en Santa Catarina, se identificó considerando los siguientes criterios: i) la región tiene una gran cantidad de diferentes variedades criollas e incluye poblaciones de parientes silvestres de maíz; ii) las variedades criollas de la región están sujetas a procesos de diversificación, que por su naturaleza están relacionados con la actividad humana y los aspectos socioculturales, y iii) la región corresponde a un área geográfica pequeña, donde existe una diversidad morfológica de maíz y poblaciones de parientes silvestres (Costa y otros, 2017). La ocurrencia de parientes silvestres en coexistencia cordial con las especies cultivadas es un aspecto relevante desde el punto de vista de la evolución y la conservación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que para que una región sea considerada un microcentro de diversidad no es obligatorio que las especies domesticadas convivan con sus parientes silvestres.

Para determinar los microcentros de diversidad de maíz, esta investigación tomó en cuenta los indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares para caracterizar las regiones, que identificaron: i) riqueza y diversidad genética de variedades criollas (la mayoría exclusivas de las respectivas regiones); ii) variedades criollas bajo diversificación debido a la acción humana actual diagnosticada por aspectos socioculturales (origen, tiempo de cultivo, usos y manejo), y iii) la diversidad genética diagnosticada mediante índices etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, que indicaron áreas de conservación y acumulación de germoplasma de maíz a escala microrregional. Con base en estos criterios, todas las regiones involucradas en el presente estudio se consideraron microcentros de diversidad de maíz en las tierras bajas de América del Sur. Este enfoque metodológico, así como los valores de los índices de diversidad identificados, pueden ser útiles y servir como referencia para llevar a cabo otros estudios que tengan como objetivo identificar microcentros de diversidad de maíz en otras regiones.

Se identificó un microcentro de diversidad de papa en Cochabamba, Bolivia (Terrazas y Valdivia, 1998), caracterizado por la variabilidad morfológica y de uso, así como la distribución espacial en la región. Esta indicación apoyó otras investigaciones llevadas a cabo para fortalecer la conservación *in situ/on-farm* y expandir el conocimiento de la diversidad de papas en esta área (Terrazas y otros, 2005). Se propuso un mosaico de concentración de recursos genéticos en la Amazonía, que involucraba la presencia de cuatro «centros menores» de diversidad, dentro del que se suponen las siguientes especies: *Zea mays*, *Manihot esculenta*, *Gossypium barbadense*, *Bixa orellana*, *Ananas comosus*, *Papas Ipomoea*, *Genipa americana* y *Nicotiana tabacum* (Clement, 1999). Varios estudios han informado

sobre la diversidad de variedades criollas de maíz conservadas in situ/*on-farm* en diferentes regiones, como Perú (Zimmerer, 1991), México (Perales y otros, 2003; Bellon y otros, 2003; Pressoir y Berthaud, 2004; Dzib-Aguilar y otros, 2016), Portugal (Carvalho y otros, 2008) y Brasil (Costa y otros, 2017; Silva y otros, 2017).

Un estudio reciente realizado en la región mediterránea desarrolló un enfoque metodológico y propuso dos modelos para identificar *hotspots* de agrobiodiversidad, un modelo restrictivo y un modelo aditivo, que identificaron 57 y 197 *hotspots*, respectivamente (Pacicco y otros, 2018). Estos modelos tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: i) diversidad de variedades criollas; ii) presencia de parientes silvestres, y iii) diversidad ecológica de agroecosistemas. Esta investigación también generó índices considerando los factores ya mencionados y determinó puntos de corte para identificar las regiones consideradas *hotspots*. Sin embargo, los autores enfatizan que estimar un cierto punto de corte y determinar medidas de diversidad no es un método simple. Este estudio buscó, principalmente, definir un método para priorizar áreas de interés para la conservación y no descubrir áreas más o menos diversas. Los autores todavía consideran que cualquier otro criterio relacionado con la evaluación de la agrobiodiversidad es válido y debe considerarse cuando sea pertinente.

Las regiones indicadas como microcentros de diversidad en este estudio conservan una importante diversidad de variedades criollas y razas de maíz. Estas regiones incluyen variedades y razas exclusivas de origen indígena consideradas raras tanto en áreas de cultivo *on-farm* como en bancos de germoplasma. Los alrededores de estas áreas se caracterizan por la expansión de grandes áreas de monocultivo. La diversidad genética del maíz es vulnerable a las pérdidas dentro del sistema agrícola, debido a la sustitución de variedades criollas por cultivares comerciales, como resultado de la industrialización de la agricultura (Brush, 2000). La investigación identificó los principales desafíos para la conservación de la agrobiodiversidad en las regiones que involucran a los microcentros indicados, que se asocian principalmente con la falta de proyectos e incentivos públicos para asociaciones locales, monocultivos e invasión de semillas transgénicas, el éxodo rural, la retirada de los jóvenes del campo, el acceso al agua potable y la inseguridad territorial (en el caso de las comunidades indígenas). Porque están ubicadas en áreas vulnerables a la erosión genética, el presente estudio también sugiere estas regiones como *hotspots* de agrobiodiversidad. Las regiones que involucran a Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul (Myers y otros, 2000) y Rondônia (Myers, 1988) ya están incluidas en las áreas indicadas como *hotspots* de diversidad.

En Rondônia, estado ubicado en el suroeste de la Amazonía, la investigación se llevó a cabo dentro de una Reserva Agroextractiva (RESEX), caracterizada por la presencia de agricultores ribereños. Esta región se considera muy importante

en el proceso de evolución del maíz, ya que las evidencias indican que la especie llegó al sitio en un estado parcial de domesticación (Kistler y otros, 2018), y ha sido reconocida como un centro de diversificación del maíz (Hilbert y otros, 2017; Kistler y otros, 2018) y otras especies cultivadas como el arroz (Hilbert y otros, 2017), el maní, la mandioca, la pimienta (Hilbert y otros, 2017; Watling y otros, 2018), la calabaza y los porotos (Watling y otros, 2018). Sin embargo, debido a los eventos de conquista y colonización europeas y la destrucción de las poblaciones indígenas en el área (Mann, 2005), la región sufrió consecuencias de pérdida y extinción de recursos genéticos (Clement, 1999), que pueden incluir las razas locales de maíz (Brieger y otros, 1958; Bedoya y otros, 2017).

Mato Grosso do Sul se encuentra en el bioma cerrado. Los participantes de esta región involucraron a agricultores familiares, colonos de reforma agraria y pueblos indígenas. Las comunidades rurales de esta región tienen la presencia de tres bancos comunitarios de semillas, ubicados en los municipios de Juti, Caarapó y Sidrolândia. La región de Minas Gerais que participa en el estudio se encuentra en la Zona de la Mata, en el bioma mata atlántica. Un histórico de iniciativas locales contribuyó para el desarrollo de la agroecología y la conservación de variedades criollas en la región, que fue legalmente reconocida en 2018 como un Centro Agroecológico y de Producción Orgánica (Minas Gerais, 2018). En Rio Grande do Sul, la investigación involucró al municipio de Ibarama, caracterizado por el ecotono mata atlántica-pampa. El municipio está fuertemente marcado por la amplia presencia de agricultores familiares, involucrados en un movimiento histórico que tiene como objetivo promover la conservación de la agrobiodiversidad, con el apoyo de organizaciones locales. En el bioma caatinga, la investigación se llevó a cabo en la región de la Serra da Borborema, que involucra una red compuesta por 63 bancos comunitarios familiares, movilizadas por la articulación de agricultores y organizaciones locales, con un fuerte atractivo de colaboración, como una estrategia para vivir con el semiárido. Los agricultores locales han discutido la indicación de comunidades libres de transgénicos en el territorio.

En Uruguay, la indicación de microcentros de diversidad de maíz no tiene precedentes. Todo el país está involucrado en el bioma pampa, dentro del cual el departamento de Rocha tiene la mayor cantidad de unidades de conservación. En Rocha, los registros arqueológicos de maíz, que datan de 4.190 años AP (Iriarte y otros, 2004), indican la presencia antigua de la especie en la región. En el departamento de Canelones, la Institución Nacional de Derechos Humanos y Defensoría del Pueblo declaró un área libre de soja transgénica. Este proceso puede abrir espacio para el desarrollo de esta discusión, que también involucra el cultivo de maíz. Rivera y Tacuarembó corresponden a regiones fronterizas y fueron los únicos lugares donde se identificaron los maíces harinosos de Uruguay.

En todas las regiones involucradas en la investigación, existen iniciativas históricas promovidas por los agricultores familiares, con el apoyo de organizaciones locales, cuyo objetivo común es promover la conservación de la agrobiodiversidad. La indicación de estas regiones como microcentros de diversidad fortalece las iniciativas locales que ya existen y los procesos vinculados a la conservación de los recursos genéticos en estas áreas. La conservación *in situ/on-farm* de las variedades de maíz criollo por parte de los agricultores trae beneficios a las comunidades rurales y al medio ambiente. Además, está involucrado en las relaciones sociales y culturales de cada lugar y fortalece la seguridad alimentaria y la soberanía en las regiones.

La presente investigación sugiere la realización de nuevos estudios en otras áreas potenciales para expandir la identificación de microcentros de diversidad, tanto de maíz como de otras especies cultivadas. Estas regiones pueden ser reconocidas como reservas o zonas de agrobiodiversidad (Santilli, 2011), que corresponden a una categoría de unidad de conservación con el objetivo de su promoción y el manejo sostenible de la agrobiodiversidad, como es el caso actualmente de las Unidades de Conservación. La indicación de microcentros de diversidad de maíz puede apoyar el desarrollo de estrategias de conservación y políticas públicas que tengan como objetivo conservar los recursos genéticos de la especie en las tierras bajas de América del Sur.

REFERENCIAS

- Bedoya, C.A.; Dreisigacker, S.; Hearne, S.; Franco, J.; Mir, C.; Prasanna, B. M; Taba, S.; Charcosset, A.; Warburton, M. L. (2017) Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. *PLoS One* 12(4): e0173488.
- Bellon, M. R.; Berthaud, J.; Smale, M.; Aguirre, J. A.; Taba, S.; Aragon, F.; Diaz, J.; Castro, H. (2003) Participatory landrace selection for on-farm conservation: an example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50:401-416.
- Bird, R. M.; Goodman, M. M. (1977) The races of maize V: grouping maize races on the basis of ear morphology. *Economic Botany* 31: 471-481.
- Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.
- Brush, S. B. (2000) *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Carvalho, M.A.P.; Ganança, J.F.T.; Abreu, I.; Sousa, N.F.; dos Santos, T.M.M.; Vieira, M.R.C.; Motto, M. (2008) Evaluation of the maize (*Zea mays* L.) diversity on the Archipelago of Madeira. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55:221-233.
- Convention on Biological Diversity CBD. (1992) Text and Annexes, Montreal; 1992. <http://www.cbd.int/convention/>. Acceso em 20/08/2019.

- Clement, C.R. (1999) 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany* 53:188-202.
- 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.
- De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis (Ingeniería Agronómica). Universidad de la República, Montevideo.
- Doyle, J.J.; Doyle, J.L. (1990) Isolation of Plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12(1):13-15.
- Dzib-Aguilar, L. A.; Ortega-Paczka, R.; Segura-Correa, J. C. (2016) In situ conservation and participative improvement of creole maize in the Peninsula de Yucatan. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 19: 51-59.
- Goudet, J. (2005) Hierfstat, a package for R to compute and test hierarchical F-statistics. *Molecular Ecology Notes* 5(1):184-186.
- Gower, J. C. A. (1971) General coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27:857-871.
- Hammer, Ø.; Harper, D.; Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9.
- Harlan, J.R. (1971) Agricultural origins: centers and noncenters. *Science* 174: 468-173.
- Harlan, J.R. (1992) Crops and man. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 2ed., Madison, Wisconsin.
- Hawkes, J. G. (1983) The diversity of crop plants. Harvard University Press, Cambridge.
- Hilbert, L.; Neves, E.G.; Pugliese, F.; Whitney, B.S.; Shock, M.; Veasey, E.; Zimpel, C.A.; Iriarte, J. (2017) Evidence for mid-Holocene rice domestication in the Americas. *Nature Ecology & Evolution* 1:1693-1698.
- Kamvar, Z. N.; Tabima, J. F.; Grünwald, N. J. (2014) Poppr: an R package for genetic analysis of populations with clonal, partially clonal, and/or sexual reproduction. *PeerJ* 2:e281.
- Kistler, L.M.; Maezumi, S.Y.; de Souza, J.G.; Przelomska, N.A.S.; Costa, F.M.; Smith, O.; Loiselle, H.; Ramos-Madrigal, J.; Wales, N.; Ribeiro, E.; Grimaldo, C.; Prous, A.P.; Gilbert, M.; Thomas P.; de Oliveira, F.F.; Allaby, R.G. (2018) Multi-proxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. *Science* 362:1309-1313.
- 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, Uruguay. *Nature* 432:614-617.
- Lima (2016). Reunión do Ministerio del Ambiente do Peru. Seminário y Taller Internacional Clasificación Racial de la Diversidad del Maíz Peruano con fines de Bioseguridad. Ata firmada 10 de agosto, Lima.
- Maechler, M.; Rousseeuw, P.; Struyf, A.; Hubert, M.; Hornik, K. (2015) Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.1. Acceso em 20/01/2020.

- Mann, C. C. (2005) 1491: New revelations of the Americas before Columbus. Vintage, New York.
- Minas Gerais (2018). Lei nº 23.207, de 27 de dezembro de 2018, institui o Polo Agroecológico e de Produção Orgânica na região da Zona da Mata. <http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-23207-2018-minas-gerais-institui-o-poloagroecologico-e-de-producao-organica-na-regiao-da-zona-da-mata>. Acesso em 02/03/2020.
- Mojena, R. (1977) Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. *Computer Journal* 20:359-363.
- Myers, N. (1988) Threatened biotas: "Hot spots" in tropical forests. *Environmentalist* 8:187-208.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Da Fonseca, G. A. B.; Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Nei, M. (1978) Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89:583-590.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGlenn, D.; y otros (2016) Vegan: community ecology package. R package version 2.3-5. R Foundation, Vienna, Austria.
- Pacicco, L.; Bodesmo, M.; Torricelli, R.; Negri, V. (2018) A methodological approach to identify agro-biodiversity hotspots for priority in situ conservation of plant genetic resources. *PLoS One* 13(6): e0197709.
- Perales, R. H.; Brush, S. B.; Qualset, C. O. (2003) Dynamic management of maize landraces in central Mexico. *Economic Botany* 57:21–34.
- Pressoir, G.; Berthaud, J. (2004) Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity* 92:88–94.
- R Development Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>. Acesso em 12/08/2019.
- Raymond, C. M.; Bryan, B. A.; MacDonald, D. H.; Cast, A.; Strathearn, S.; Grandgirard, A.; Kalivas, T. (2009) Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics* 68(5):301-1315.
- Santilli, J. (2011) Agrobiodiversity and the law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity. Earthscan, London.
- Serratos, J.A. (2009) The origin and diversity of maize in the American continent. Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico, Mexico City.
- Shannon, C.E. (1948) A mathematical theory of communication. *AT&T Technical Journal* 27:379-423.
- Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of *Zea mays* L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64:1191-1204.
- Terrazas, F.; Valdivia, G. (1998) Space dynamics of in situ preservation: handling of the genetic diversity of Andean tubers in mosaic systems. *Plant Genetic Resources Newsletter* 114:9-15.

Terrazas, F.; Guidi, A.; Cadima, X.; Gonzalez, R.; Chavez E.; Almanza, J.; Salazar, M.; Baudoin, J. P. (2005) Conservación in situ y valoración de las papas nativas en el microcentro de diversidad genética de Candelaria, Cochabamba-Bolivia. *Agrociencia* 9:135-146.

Wallace, K. (2007) Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* 139:235-246.

Watling, J.; Shock, M.P.; Mongelo, G.Z.; Almeida, F.O.; Kater, T.; De Oliveira, P.E.; y otros (2018) Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. *PLoS One* 13(7):e0199868.

Zimmerer, K. S. (1991) Managing diversity in potato and maize fields of the Peruvian Andes. *Journal of Ethnobiology*, 11:23–49.

Zimmerer, K. S.; Douches, D. S. (1991) Geographical approaches to crop conservation: the partitioning of genetic diversity in Andean potatoes. *Economic Botany* 45:176-189.

PARTE III - Experiencias de conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad



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 