



Memorias de la  
**XXIV REUNIÓN  
LATINOAMERICANA  
DE MAÍZ**

Cajamarca, Perú  
Del 15 al 17 de junio, 2022



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Siempre  
con el pueblo



BICENTENARIO  
DEL PERÚ  
2021 - 2024

¡Cuaternarios maíces, de opuestos natalicios,  
los oigo por los pies cómo se alejan,  
los huelo retornar cuando la tierra  
tropezaba con la técnica del cielo!

*(César Vallejo)*

Relieves  
la lluvia, pie danzante y largo pelo,  
el tobillo mordido por el rayo,  
desciende acompañada de tambores:  
abre los ojos el maíz, y crece.

*(Octavio Paz)*

El olor del maíz que se desgrana,  
la madre selva de la tarde pura,  
los nombres de la tierra polvorienta,  
el perfume infinito de la patria.

*(Pablo Neruda)*









**Clarinero**, José Encarnación Idrugo Castrejón, tañe el **Clarín cajamarquino** en la Plaza Mayor de Cajamarca, Perú.

*Imagen: César Bazán Velásquez*

Memorias de la  
**XXIV REUNIÓN  
LATINOAMERICANA  
DE MAÍZ**

**Cajamarca, Perú**  
Del 15 al 17 de junio, 2022



**Grupo Organizador:** Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Gobierno Regional de Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca.

**Revisores:** Alexander Chávez Cabrera<sup>1</sup>, Fernando Escobal Valencia<sup>1</sup>, Teodoro Narro León<sup>1</sup>, Alicia Medina Hoyos<sup>1</sup>, Alba Lucía Arcos<sup>2</sup>, María Gabriela Albán<sup>3</sup>, Juan Chávez Rabanal<sup>4</sup>, Manuel Sigüeñas Saavedra<sup>4</sup>, Wladimir Jara Calvo<sup>5</sup>, Peter Piña Díaz<sup>1</sup>, William Guillén Padilla<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA Perú, <sup>2</sup>Consultora particular-Colombia, <sup>3</sup>Universidad San Francisco de Quito Ecuador, <sup>4</sup>Universidad Nacional de Cajamarca-Perú, <sup>5</sup>Consultor particular-Perú

**Expositores:** Alberto Chassaigne (CIMMYT); Carlos Añaños (Ajegroup); Carlos García (Hortus S.A. / APESemillas); Carlos Urrea (Universidad de Nebraska EEUU); Cesar Petrolí (CIMMYT); Clarissa Magalhães Corrêa (Genlab del Perú); Clotilde Quispe Bustamante (MIDAGRI); Daniel Alberto Presello (INTA); Daniel Saldaña (INIAF); Ebert Obando (Limagrain Brasil); Edgar Aliaga Lartiga (BACKUS); Félix San Vicente (CIMMYT); Fernando Ninamango (Ag Alumni Seed EEUU); Genry Hernandez Carrillo; Gustavo Cabrera (Gualca Seeds); Jelle Van Loon (CIMMYT); José Flores Garza (CIMMYT); José Jaime Tapia Coronado (AGROSAVIA); José Luis Gabriel Pérez (INIA España); Jose Luis Toyama (San-Ei Gen F.F.I Perú. S.A.); José Luis Zambrano (INIAP); Mario Caviedes (USFQ); Deisy Lorena Flórez Gómez (AGROSAVIA); Kai Sonder (CIMMYT); Kanwarpal S. Dhugga (CIMMYT); Lauro José Moreira Guimaraes (EMBRAPA); Luis Narro León (UNALM); Marilia Penteadó Stephan (EMBRAPA); Orsy Franklin Chávez Martínez (ICTA); Raúl Blas (UNALM); Raul Zegarra (APA); Ricardo Ernesto Preciado Ortiz (INIFAP); Ricardo Sevilla (UNALM); Teodoro Narro León (INIA); Thanda Dhliwayo (CIMMYT) y Wladimir Jara (INIA).

#### Instituciones y organismos auspiciadores:



#### Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA  
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones  
Av. La Molina 1981, Lima-Perú  
Teléf. (511) 2402100 - 2402350.  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)

#### Nº, mes y año de edición:

Primera edición, setiembre 2022

#### Impreso en:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA  
RUC: 20131365994  
Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350  
Dirección: Av. La Molina 1981, Lima- Perú  
Web: [www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)

**Tiraje:** 500 ejemplares

**Logotipo de XXIV RLM:** Alexander Chávez Cabrera (concepto); Paula Victoria Wong Zevallos (ilustración)

**Equipo de Comunicación:** César Alberto Bazán Velásquez, Katia Lorena Bazán Velásquez, Ramos Ismael Mantilla Requielme

**Citar como:** Chávez, A.; Guillen, W.; Escobal, F. 2022. Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, 238 p.

## CONTENIDO

Título	Expositor (es)	Página
Presentación		13
Producción de Maíz en Sudamérica	Luis A. Narro León	17
Estado actual del cultivo de maíz en Argentina	Daniel A. Presello; Fernando J. Giménez y Facundo J. Ferraguti	19
Situación actual y avances tecnológicos para mejorar la productividad del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Colombia	José Jaime Tapia Coronado; Liliana Margarita Atencio Solano; Julio Ramirez Durán ; Karen Viviana Osorio Guerrero ; Javier Castillo Sierra; Sergio Mejía Kerguelén	20
Estado actual de la producción de maíz en el Ecuador	José L. Zambrano; Mario Caviedes	22
Estado actual del maíz en Guatemala	Orsy Franklin Chávez Martínez	23
Estado actual de la producción de maíz en México	Ricardo Ernesto Preciado Ortiz	24
Situación del maíz en el Perú	Teófilo Wladimir Jara Calvo	26
Cultivos de Servicio	José Luis Gabriel Pérez	31
Mejorando las prácticas locales de la Agricultura Familiar: “Asociación de maíz con frijol voluble”	Toribio Tejada Campos	33
Cultivo de frijol seco en sistemas de cultivo alrededor del maíz	Carlos A. Urrea	39
Actualización en los procedimientos para solicitar germoplasma de maíz del CIMMYT	Alberto Antonio Chassaigne Ricciulli	40
Application of molecular techniques for studies of protein diversity in maize ( <i>Zea mays</i> )	Marilia Penteadó Stephan	42
Innovación productivo-tecnológica y valor compartido en la cadena de valor del maíz amarillo duro (CV - MAD)	Gustavo Cabrera Sotomayor	44
Mejoramiento Genético del Popcorn	Fernando Ninamango Cárdenas	46



Vinculación de los cultivos andinos con la agroindustria	Carlos Añaños Jeri	49
Generación de tecnologías en maíz amiláceo en el Programa de Maíz del INIA-Perú	Teodoro Narro León	51
Calidad en el Sistema de Producción de Semillas de Maíz en Brasil	Ebert Obando Flor	52
Semillas de maíz en Colombia	Deisy Lorena Flórez Gómez; Julio Ramírez Durán	54
Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso ( <i>Zea mays</i> L. var. <i>amylacea</i> St.) en la Sierra del Ecuador	José L. Zambrano <sup>1</sup> ; Yamil E. Cartagena, Carlos A. Sangoquiza, Victoria A. López, Rafael Parra, Javier A. Maiguashca, José L. Rivadeneria; Chang H. Park	59
Evaluación participativa del uso de acolchado plástico para la producción de maíz suave ( <i>Zea mays</i> L. var. <i>amylacea</i> ) con agricultores de la Provincia de Cotopaxi en Ecuador.	Victoria A. López; José L. Zambrano; Yamil E. Cartagena; Carlos A. Sangoquiza; Rafael Parra; Javier A. Maiguashca; José L. Rivadeneria; Chan H. Park	71
Evaluación agronómica de maíz morado variedad Moragro ( <i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes contrastantes del departamento de Santa Cruz, Bolivia	Víctor Choque Colque; José Padilla Ayala; Oscar David Guzmán Coya	85
Estrategias para la conservación in situ y uso sostenible de la diversidad del maíz clasificada en razas	Raúl Blas; Ricardo Sevilla	102
Representatividad de la colección de maíz de altura del Banco de Germoplasma del INIAP-Ecuador	Marcelo Tacán; Cesar Tapia; Franklin Sigcha; Alberto Roura y Álvaro Monteros-Altamirano	117
Análisis de la producción, productividad y precios del maíz en el Ecuador	Mario Caviedes Cepeda	130
Influencia de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada en maíz INIA 612 - Maselba	Rodrigo Gonzales Vega; Walker Augusto Cubas Pérez; Christian Córdova Díaz	142
La nueva variedad de Maíz Chulpi "INIAP-193"	Carlos F. Yáñez, José L. Zambrano; Carlos A. Sangoquiza; Marcelo R. Racines; Victoria Lopez; César Asaquibay; María Nieto	150
Impacto de bacterias promotoras de crecimiento sobre el rendimiento del	Carlos A. Sangoquiza-Caiza; José L. Zambrano-Mendoza; Carlos F.	163

cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la Sierra del Ecuador	Yáñez-Guzmán; María R. Nieto-Beltrán; César R. Asaquiabay Inca; Verónica N. Quimbiamba Pujota; Edwin J. Naranjo-Quinaluisa; Chang H. Park	
Efectividad del manejo bionutricional líquido en el rendimiento de maíces blanco y amarillo para consumo en fresco	Galo Cedeño García; Sofía Velásquez Cedeño; Benny Avellán Cedeño	179
Respuesta del maíz a la aplicación de estiércol líquido fermentado de bovino "Biol" en la selva de San Martín, Perú	Percy Díaz-Chuquizuta; Oniel J. Aguirre-Gil; Edison Hidalgo-Meléndez	181
Ocurrencia de plagas en el cultivo del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la provincia de Cajamarca y sus principales características	Ronald Leonardo Llique Morales	183
Protocolo de crianza del biocontrolador <i>Chrysoperla</i> spp.	María E. Neira; Jennifher Elizabeth Rodas	185
Alternativas ecológicas de control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en cultivo de maíz amarillo duro	María E. Neira Espejo; Catherine P. Inoñan Yanayaco	187
Parasitoides de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith) en maíz ( <i>Zea mays</i> L.) presentes en ocho zonas de Lambayeque	María E. Neira; Esperanza Irigoin	189
Experiencias en control integrado del gusano mazorquero del maíz ( <i>Helicoverpa zea Boddie</i> ) en la provincia de Cajamarca con énfasis en manejo biológico	Ronald Leonardo Llique Morales	191
Paquete ecológico para el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en cultivo de maíz amarillo duro (MAD).	María E. Neira Espejo; Catherine P. Inoñan Yanayaco	192
Eficiencia de cuatro atrayentes trampa para controlar mosca de la mazorca ( <i>Euxesta</i> spp.) en cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)	Peter Chris Piña Díaz	194
Los Compuestos Raciales de Maíz para la conservación <i>in situ</i> y uso sostenible de la diversidad	Ricardo Sevilla; Raúl Blas; Julián Chura; Gilberto García	196
Aprovechamiento de la diversidad del maíz peruano para la generación de nuevas oportunidades de negocio saludables	Hugo Huanuqueño; Jorge Jiménez; Gastón Zolla	197
Evaluación del potencial forrajero de cinco	Rafael. Muñoz; Pablo W. Pintado;	199

variedades y un híbrido de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), con tres niveles de fertilización en tres localidades del cantón Santa Isabel, Azuay - Ecuador	Javier A. Garófalo	
Ensayo de Adaptación y Eficiencia de maíces morados ( <i>Zea mays</i> L.), en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca	José Wilmer Manosalva Chugden, Alicia Elizabeth Medina Hoyos	200
Desarrollo y evaluación de híbridos de maíz morado de alto rendimiento y buena calidad	Teodoro Narro León	201
INIA 624 – KILLU SUK: Híbrido trilineal de maíz amarillo duro para regiones de trópico del Perú	Percy Díaz-Chuquizuta; Edison Hidalgo-Meléndez; Melbin Mendoza-Paredes; Isaac Cieza-Ruiz; Teófilo Wladimir Jara-Calvo	204
Mejoramiento Participativo del Maíz Dulce INIA 622 - Chullpi Sara en Cusco, Perú	Wladimir Jara; Andrés Castelo; César Medina y Luis Enrique Córdova	205
Evaluación preliminar de híbridos promisorios de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) de grano amarillo para el trópico alto colombiano	Karen Viviana Osorio Guerrero; Deisy Lorena Flórez Gómez; Pablo Edgar Jimenez Ortega; Jose Jaime Tapia Coronado	207
Utilización de líneas doble haploide (LDH) en programas de mejoramiento probadas en ambientes diferentes en Colombia	Alba Lucia Arcos; Luis Narro	209
Aislamiento e identificación de hongos contaminantes en semillas almacenadas de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)	Manuel Alfonso Patiño Moscoso; Karen Viviana Osorio Guerrero; Luisa Fernanda Sarmiento Moreno; Deisy Lorena Flórez Gómez	211
Efecto de condiciones de almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semillas de maíz	José Jaime Tapia Coronado; Liliana Margarita Atencio Solano; Ketty Isabel Ibáñez Miranda; Luis Alfonso Sánchez Rodríguez	213
Desempeño productivo de híbridos y variedades sintéticas de endospermo blanco normal en la región caribe de Colombia	José Jaime Tapia Coronado; Liliana Atencio Solano; Ketty Ibáñez Miranda; Luis Sánchez Rodríguez	214
Evaluación del perfil de organizaciones de productores de maíz adscritas al Plan semillas en la región Caribe	José Jaime Tapia Coronado; Shirley Pérez Cantero; Liliana Margarita Atencio Solano	216

Mejoramiento genético de la nueva variedad de maíz chulpi INIAP - 193	Carlos F. Yáñez; José L. Zambrano; Carlos A. Sangoquiza; Victoria López; César Asaquibay; María Nieto	217
Análisis de brechas de rendimiento en la producción de maíz en las Américas	María Gabriela Albán	219
Análisis de la Producción, Productividad y Precios del Maíz en el Ecuador	Mario Caviedes Cepeda	221
Eletrophoretic differentiation of the protein profile in yellow and purple corn and gluten-free bread produced with their flours	Bárbara Amorim Silva; Marília Penteado Stephan; Raúl Comettant-Rabanal; Alicia E. Medina Hoyos; Alexsandro Araújo dos Santos; Tatiana de Lima Azevedo; José Luis Ramírez Ascheri	223
Impacto en el rendimiento de maíz por el uso de coberturas de suelo, para el control de malezas en <i>Zea mays</i> L. var. amilácea, en Cutervo-Cajamarca, Perú	Oscar Fernández-Aurazo; Hilda A. Del Carpio Ramos; Gilberto Chávez S.	228
Rendimiento de un híbrido de maíz en diferentes arreglos espaciales y densidades de plantas	Isaac Cieza-Ruiz; Teófilo Wladimir Jara-Calvo; Rosel Terrones-Monteza; Ana M. Córdova-López	230
Productividad de tres híbridos experimentales de maíz amarillo duro ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones climáticas de la costa norte del Perú	Isaac Cieza Ruiz; Tito Roque Vásquez Rojas	232
Características agronómicas, componentes de producción y rendimiento de grano de híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> )	Isaac Cieza Ruiz; Teófilo W. Jara Calvo; Rosel Terrones Monteza; Yaneth C. Figueroa Cobeñas; Alex Valdera Cajusol	234
Novedosas investigaciones sobre antocianinas provenientes del maíz morado ( <i>Zea mays</i> L.) en los últimos años	Andrea Stephani Delgado Rospigliosi; Juan Mariano Díaz Alfaro	236



## PRESENTACIÓN

En medio de una terrible pandemia, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, resolvió desarrollar la XXI Reunión Latinoamericana de Maíz; un gran reto que asumió la Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario y su Proyecto de Semillas (Proyecto 2361771: *Mejoramiento de la disponibilidad, acceso y uso de semillas de calidad de papa, maíz amiláceo, leguminosas de grano y cereales, en las regiones de Junín, Ayacucho, Cusco y Puno, Apurímac, Arequipa, Cajamarca y Lambayeque*).

Este documento es el esfuerzo conjunto de las entidades mencionadas con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED y su Proyecto TechMaíz, la Asociación Pataz de CIA Minera Poderosa, y algunas empresas colaboradoras, que está a disposición de todos los asistentes a este magno evento realizado en la bella ciudad de Cajamarca.

La *Memoria* tiene tres componentes: (i) presentación del estado actual del maíz en los países del Área, desde Argentina hasta Venezuela; (ii) artículos científicos debidamente seleccionados; y (iii) resúmenes de posters que serán presentados a partir del segundo día del congreso.

Los trabajos incluidos permiten analizar la situación del cultivo a 2022, los avances y las proyecciones, así como los planes estratégicos e impulsos del maíz tanto en el Perú como en Latinoamérica; incluyen los sistemas de producción frente a los efectos del cambio climático, el uso de la biotecnología moderna y la innovación en los indicadores y lanzamientos de nuevas semillas de este cereal, a fin de contribuir a superar una brecha reflejada en una creciente importación de maíz amarillo duro en la mayoría de los países del Área Andina, en un magro rendimiento por unidad de superficie de maíces andinos amiláceos y en una baja tasa de uso de semilla de calidad, principalmente.

Esperamos que este documento rescate lo manifestado. Al final de la *XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz*, elaboraremos un documento con el íntegro de las charlas y, lo más importante, con las conclusiones de esta trascendental convención.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.  
**Jefe del INIA**

---









**Monumento a la poeta Amalia Puga de Losada**, obra del escultor David Lozano, fue inaugurado el 8 de setiembre de 1931; se ubica en la plazuela del mismo nombre en la ciudad de Cajamarca.



**Iglesia Belén**, Cajamarca. Edificada entre los años 1672 al 1774, integra el Conjunto Monumental Belén. Se ubica en la plazuela del mismo nombre, a una cuadra de la Plaza Mayor de la ciudad.

## Representatividad de la colección de maíz de altura del Banco de Germoplasma del INIAP-Ecuador

Marcelo Tacán<sup>1</sup>, Cesar Tapia<sup>1</sup>, Franklin Sigcha<sup>1</sup>, Alberto Roura<sup>1</sup>  
y Álvaro Monteros-Altamirano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador.

### RESUMEN

Este estudio permitió identificar vacíos en la colección de maíz (*Zea mays*), del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), mediante el uso de las herramientas ELC y REPRESENTA del programa CAPFITOGEN. Se identificó seis categorías ecogeográficas, de las cuales las categorías 5 y 6 fueron las más frecuentes con 632 y 436 celdas de 5 x 5, respectivamente, y presentaron características ecogeográficas muy similares con temperaturas anuales promedio de 15,3°C, precipitación cuarto más cálida de 310 mm, elevación promedio de 2376 msnm, y un pH promedio de 6,5 ligeramente ácido. En lo relacionado a la ocurrencia, se observa vacíos geográficos en tres categorías, donde se debería realizar colectas suplementarias, esto es en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha y Napo (Sierra y Amazonia de Ecuador). Las herramientas CAPFITOGEN permitieron identificar los vacíos de entradas (accesiones) lo cual permitirá mejorar la representatividad de la colección de maíz del banco de germoplasma del INIAP.

**Palabras clave:** Maíz, CAPFITOGEN, categorías, ecogeográficas, representatividad.

### ABSTRACT

This study identified gaps in the maize (*Zea mays*) collection of the genebank of the National Institute for Agricultural Research (INIAP). This was possible through the use of the ELC and REPRESENTA tools of the CAPFITOGEN program, allowing the identification of six ecogeographic categories, of which categories 5 and 6 were the most frequent with 632 and 436 cells of 5 x 5 km, respectively. These categories presented very similar ecogeo-

graphic characteristics with average annual temperatures of 21.3°C; precipitation of the warmest quarter of 424 mm; average elevation of 1700 meters above sea level; slope of 2.3 degrees (very gentle) and an average pH of 6.4 (acidic). Regarding the occurrence, gaps are observed in the geographical representation in three categories, that is, complementary collections should be carried out in the provinces of Carchi, Imbabura, Pichincha and Napo (Northern Sierra and Amazonia of Ecuador). CAPFITOGEN tools allowed to identify collection gaps, which will improve the representativeness of the INIAP germplasm bank's maize collection.

**Keywords:** Maize, CAPFITOGEN, ecogeographical categories, representativeness.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal perteneciente al género *Zea* de la familia de las gramíneas, que es extremadamente polimorfa; es decir, presenta variedades diferentes entre sí por la estructura de los granos [1]. Es originario de una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América; el maíz surgió aproximadamente hace 8000 años en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México [12]. No hay un acuerdo sobre cuándo empezó a domesticarse esta gramínea, pero los indígenas mexicanos mencionan que esta planta representa, para ellos alrededor de diez mil años de cultura [1].

Ecuador forma parte de uno de los centros prehistóricos de domesticación y cuna de la agricultura mundial, aunque pequeño en superficie es reconocido como uno de los países megadiversos; su diversidad geográfica, edáfica y ecológica, adicionando su diversidad cultural, han permitido que disponga de una alta variedad de especies de plantas, entre las que constan especies relacionadas con la agricultura y la alimentación como el maíz [24]. Las semillas nativas son producto de generaciones de comunidades agrícolas que las han adaptado a sus ambientes, sistemas de producción y necesidades locales, y son propias de las comunidades rurales campesinas e indígenas [28].

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, durante el 2020 se sembraron 74.018 hectáreas de maíz en la Sierra, con un rendimiento

promedio de 3,68 toneladas por hectárea de choclo y 1,63 toneladas/ por hectárea de grano seco [20]. El Instituto Nacional de Estadística y Censo a través del sistema Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), menciona que en Ecuador, el maíz es el cultivo más importante en superficie ya que constituye la base de la alimentación, y que en la costa existe mayor producción de variedades e híbridos de maíz duro [9].

Desde el punto de vista de seguridad alimentaria, es evidente que el maíz es un cultivo de gran importancia económica y nutricional, además es imprescindible para las futuras generaciones por que fortalece la agricultura y la seguridad alimentaria [22]. En el Ecuador se han identificado 29 razas de maíz de las cuales 16 pertenecen a la región sierra, lo que ha permitido que el INIAP genere algunas variedades de maíces mejorados como el 'Chaucho mejorado', 'Mishca mejorado', 'Blanco blandito mejorado', 'Gualgal mejorado', 'Zhima mejorado', entre otros [31]. Hoy en día varios agricultores han optado por realizar monocultivos, esto hace que exista erosión genética de las razas de maíz y pérdida de agro biodiversidad [29]. En la Sierra del Ecuador el cultivo de maíz es uno de los más importantes, debido a la superficie destinada a su cultivo y al papel que cumple como componente básico dentro de la dieta de la población ecuatoriana [8]. Conservar la diversidad genética de las variedades de maíz es de gran importancia no solo para la seguridad alimentaria, sino también como fuente de genes, tales como genes de tolerancia a factores abióticos, para los programas de mejoramiento genético de este cultivo [189].

La representatividad de una especie dentro de una colección de germoplasma puede determinarse a nivel intra e interpoblacional, para el caso de una especie cultivada, el equivalente sería niveles intra e intervarietales. Son dos conceptos que al considerar de forma global la representatividad de una colección de germoplasma son indisolubles; a pesar de esto, y por cuestiones prácticas relacionadas con la forma de conservación del germoplasma, ambos conceptos se han trabajado por separado. La representatividad intrapoblacional ha sido exhaustivamente estudiada, lo cual ha desembocado en estrategias de recolección específicas de acuerdo a la biología reproductiva de la especie, la distribución espacial de los individuos y el tamaño de la población. Básicamente lo que se busca es calcular, según el caso, el número mínimo de individuos a recolectar para asegurar la captura de la mayor parte de los alelos presentes en la población [6]. En contraste, la forma como debe representarse interpoblacionalmente una especie en una colección ha sido

menos abordada. Sin embargo, con el desarrollo del concepto de colecciones núcleo o nucleares, la representatividad interpoblacional de una especie en una colección ha ganado importancia, dado que éstas subcolecciones sólo operan a este nivel [3].

Una vez el concepto de representatividad genética de una colección de germoplasma se implanta en la comunidad de científicos y curadores en el ámbito de los recursos fitogenéticos, el siguiente paso fue determinar la forma más apropiada de calcularla [30]. Es por esto que el objetivo del presente trabajo es determinar la representatividad de la colección de maíces de altura conservados en el banco de germoplasma de INIAP-Ecuador a través de herramientas del programa CAPFITOGEN para identificar vacíos de colectas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizaron algunas herramientas de CAPFITOGEN para identificar los vacíos de entradas (accesiones) de la colección de germoplasma de maíz de altura conservado en el banco de germoplasma del INIAP, con la finalidad de mejorar la representatividad de dicha colección. CAPFITOGEN es una caja de herramientas de libre acceso para la conservación y promoción del uso de la biodiversidad agrícola, se enfoca en la representatividad de la conservación ex situ, incluye herramientas para apoyar la toma de decisiones sobre conservación in situ y herramientas auxiliares que facilitan el uso de otras. Para utilizar las herramientas se necesita un computador (sistema Windows), introducir los datos de pasaporte en un formato previamente establecido, definir ciertos parámetros que mediante una interfaz se carga en una programación del software R, donde se realiza el análisis, y los resultados se componen principalmente de mapas, tablas y gráficos, los cuales pueden visualizarse en otros programas informáticos de tipo gratuito como el DIVA-GIS [4].

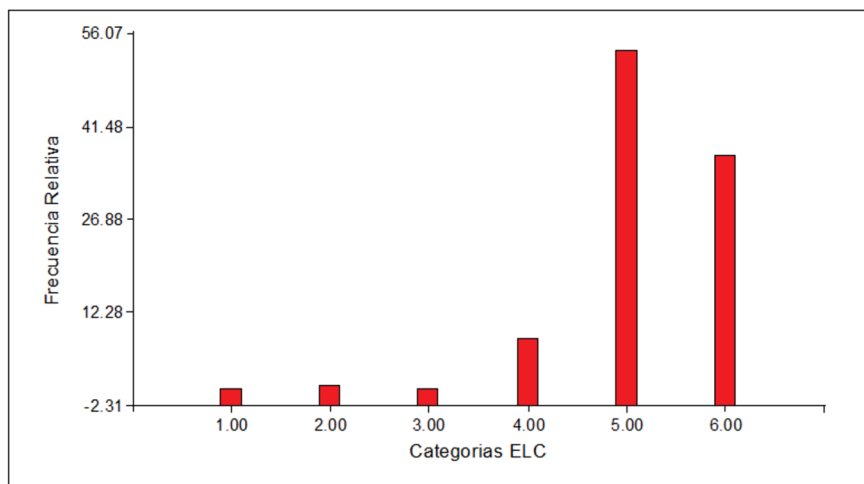
Para la identificación de vacíos geográficos se utilizó los datos de latitud y longitud de las 1063 entradas (accesiones) de la base de datos del banco de germoplasma del INIAP y se aplicó varias de las herramientas CAPFITOGEN [15]. En primer término, se utilizó la herramienta TESTABLE que permitió encontrar los errores o desajustes en la tabla de datos de pasaporte. En segundo lugar, se utilizó la herramienta GEOQUAL que determinó el grado de certidumbre contenido en algunos descriptores de pasaporte cuya función

fue definir inequívocamente el lugar donde el germoplasma fue recolectado. De esta manera, GEOQUAL realizó una evaluación de la calidad de los datos de descripción de la localidad y de las coordenadas indicadas como sitio de recolección de las entradas. En tercer lugar, se generó el mapa de caracterización ecogeográfica del terreno (ELC) desde una cota superior a 1700 msnm, donde se visibilizó diferentes escenarios ambientales que pueden corresponderse con los diferentes procesos adaptativos para el maíz, en la Sierra ecuatoriana. En la elaboración del mapa ELC se utilizó celdas de 5 km x 5 km (30 arcsegundos), considerando 18 variables ecogeográficas cualitativas y 6 cuantitativas, importantes para el desarrollo del cultivo de maíz. Entre las cuantitativas se consideró la: bio\_1.media, bio\_4.media, bio\_8.media, bio\_9.media, bio\_10.media, bio\_18.media, tma\_10.media, tmax\_12.media, tmean\_1.media, tmean\_2.media, tmean\_3.media, tmean\_4.media, tmean\_5.media, tmean\_6.media, alt.media, s\_gravel.media, t\_cec\_clay.media, s\_sand.media; y entre las cualitativas la: slope.media, Wind\_anual.media, t\_ph\_h2o.media, s\_ph\_h2o.media, t\_oc.media, t\_oc.media [3]. Para la variable elevación, se empleó el SRTM (Shuttle Radar Topography Mission - NASA Jet Propulsion Laboratory) [19].

Las capas climáticas estuvieron en formato ráster a una resolución de 5 km x 5 km las capas geofísicas en formato ráster con una resolución de 90 m y las capas edáficas en formato vectorial a una escala de 1:50000 [28]. Por último, se utilizó la herramienta REPRESENTA [3], con la finalidad de establecer la representatividad de la colección, además se utilizó el mapa ELC [15], para conocer que las condiciones ambientales presentes en un marco espacial, están representadas en la colección de germoplasma de maíz, y se comparó la distribución de la frecuencia de las colectas realizadas y las frecuencias de las categorías detectadas con el mapa ELC; esto permitió visualizar claramente qué ambientes están sub representados en la colección de maíz de altura del banco de germoplasma del INIAP-DENAREF.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mapa ELC definió 6 categorías ecogeográficas para la Sierra ecuatoriana donde se encuentran adaptados los maíces de altura, de las cuales las categorías 5 y 6 (representadas con los colores rojo y rosado en la Figura 2), son las más frecuentes con 632 y 436 celdas, respectivamente. Contrariamente las categorías 1 y 3 fueron las menos frecuentes con 4 y 5 celdas, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Frecuencias relativas de las 6 categorías ecogeográficas identificadas en la colección de *Zea mays* de la sierra ecuatoriana, conservada en el banco de germoplasma del INIAP, 2022.

Las categorías 5 y 6 tienen características ecogeográficas muy similares con temperaturas promedio anual de 13.0°C, temperatura promedio semestral de 12.4°C, precipitación anual de 279 mm, pH ácido y neutro (4,5-6.9), suelos moderadamente profundos (50-100 cm) y carbono orgánico bajo (2-4%). Al respecto, el uso de variables ambientales, edáficas y geofísicas apoyan la construcción de mapas ecogeográficos [5, 7], y se ha utilizado para determinar la capacidad de los cultivos en Iowa, Estados Unidos de América [10, 11].

En la Tabla 1 se observan los valores obtenidos para las variables geofísicas, tales como la altitud, que presentó alturas que van desde los 1 813 msnm (C1) hasta los 3 027 msnm (C5), que concuerda con lo indicado en INIAP, 2014 [1022] y Tapia, 2015 [2324], respecto a que el maíz se cultiva en diferentes pisos altitudinales y ambientes climáticos, por ello se puede encontrar en la región sierra del país, comprendida entre los 2000 y 3 000 msnm, y que la mayoría de las entradas de maíz del Ecuador se distribuyen en diferentes localidades, en altitudes desde 1 900 hasta 2 800 msnm. Para la variable de precipitación cuarto más cálido, se obtuvo un rango de 176 mm (C1) a 611 mm (C3), dentro del cual se encuentra la precipitación acumulada de 270 mm que registro Oñate, 2016 en la etapa final del ciclo del cultivo de maíz [14].

Para la variable temperatura media anual y temperatura media semestral se obtuvieron rangos que oscilaron entre 12 °C (C5) a 18 °C (C1) y 11 °C

(C5) a 18 °C (C1), respectivamente, que concuerda con lo mencionado por Williams et. Al, 2008 [27], quienes identifican a los meses de diciembre, febrero, marzo, abril, mayo y junio para el desarrollo de maíz a nivel de la zona norte del país. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de maíz se considera un promedio de 15°C, además requiere de luz solar durante todo el ciclo del cultivo [16].

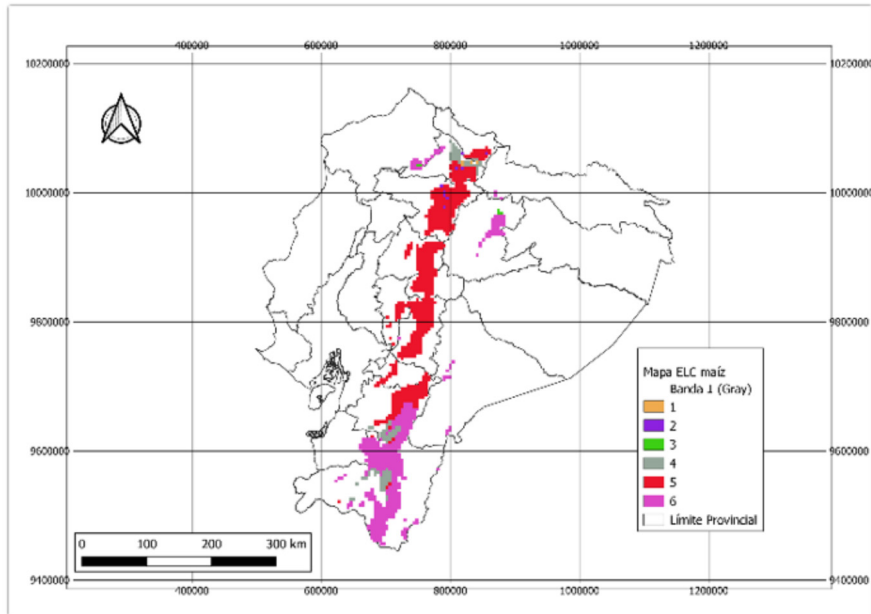
**Tabla 1.** Valores promedios de las variables geofísicas para las entradas de maíz de altura conservadas en el banco de germoplasma de INIAP-Ecuador.

V. Cuantitativas	Categoría ELC					
	1	2	3	4	5	6
Bio_1.media	18.1	16.3	16.6	15.1	11.8	14.1
Bio_4.media	15.4	18.1	29.1	28.0	36.0	37.3
Bio_8.media	18.0	16.3	16.2	15.1	11.8	14.1
Bio_9.media	17.8	15.9	16.6	14.7	11.2	13.8
Bio_10.media	18.0	16.3	16.7	152.9	119.3	14.4
Bio_18.media	176.0	289.2	611.4	225.3	275.0	283.6
Tma_10.media	24.0	22.7	22.8	20.9	17.6	20.0
Tmax_12.media	23.2	22.3	22.4	20.8	17.7	20.1
Tmean_1.media	17.8	16.2	16.5	15.0	11.9	14.3
Tmean_2.media	17.8	16.2	16.5	15.1	11.9	14.3
Tmean_3.media	18.0	16.3	16.6	15.1	11.9	14.2
Tmean_4.media	18.1	16.4	16.7	15.2	11.9	14.3
Tmean_5.media	18.1	16.3	16.6	15.2	11.8	14.1
Tmean_6.media	17.8	16.0	16.2	14.7	11.2	13.7
alt.media	1893.5	2219.6	2107.0	2403.9	3026.6	2602.8
s_gravel.media	3.0	0.0	2.2	20.5	0.8	1.2
t_cec_clay.media	140.0	50.67	69.0	140.0	47.4	39.7
s_sand.media	58.0	52.7	35.0	65.8	46.0	41.9
V. Cuantitativas	1	2	3	4	5	6
Slope.media	Muy suave	Plana	Plana	Muy suave	Muy suave	Muy suave
Wind_anual.media	Tranquilo	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave
t_ph_h2o.media	Medianamente alcalino	Ligeramente ácido	Ácido	Ligeramente alcalino	Ligeramente ácido	Ácido
s_ph_h2o.media	Alcalino	Neutro	Ácido	Medianamente alcalino	Neutro	Ácido
t_oc.media	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Alto
s_oc.media	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Mediante la herramienta REPRESENTA se logró clasificar las categorías eco-geográficas por frecuencia de ocurrencia de la especie y por frecuencia de categoría del mapa ELC. Las frecuencias de ocurrencia de la especie para las entradas conservadas en el Banco de Germoplasma-INIAP (Tabla 2, Figura 2), fueron nula en una de las 6 categorías, baja en dos, media alta en una y alta en dos. Respecto a las frecuencias en base al mapa ELC, dos fueron baja, dos media baja, una media alta, y una alta. Con la finalidad de identificar las categorías (sitios) donde es prioritaria la colecta de germoplasma del maíz de altura de la sierra ecuatoriana, se eligió 3 categorías, una con frecuencias nula y dos baja, para el caso de la clasificación por ocurrencias de especies, y



dos con frecuencias baja y una media baja para la clasificación por frecuencia de categoría en mapa ELC. De este proceso, se seleccionaron las categorías 1, 2 y 3 marcadas con un asterisco en la Tabla 2.



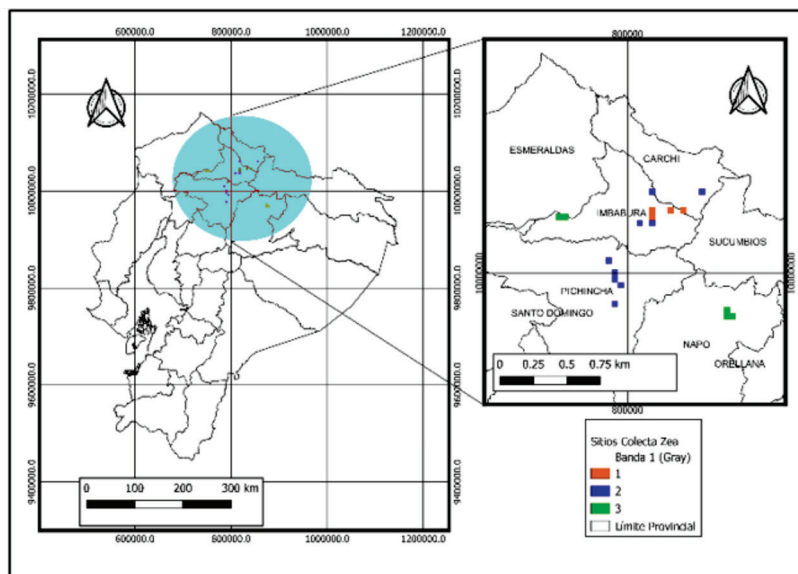
**Figura 2.** Mapa ELC para las categorías ecogeográficas identificadas en la colección de *Zea mays* de altura de la Sierra Ecuatoriana, conservada en el banco de germoplasma del INIAP, 2022. Estudios similares concuerdan con la presente investigación, donde identificaron 27 categorías ecogeográficas para ocho especies (*Zea mays* L., *Lupinus angustifolius* L., *Vicia sativa* L., *Pisum sativum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L., y *Triticum aestivum* L.), las mismas que fueron definidas por un conjunto de rangos específicos para cada una de ellas, agrupando categorías del mapa en la escala media-alta, media-baja o baja [17]. Varios estudios se han realizado, principalmente en España utilizando 6 especies de *Lupinus*, que al igual que en la presente investigación, el método incluyó la aplicación de sistemas de información geográfica, mapas ELC, modelos de distribución de especies y análisis de las deficiencias, para identificar los sitios de recolección priorizadas [13]. En Ecuador, se ha realizado este tipo de análisis en el Género *Musa* donde se aplicó sistemas de información geográfica, mapas ELC y la herramienta REPRESENTA [25].

Los sitios priorizados coinciden con las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi y una pequeña área de la cordillera de los Guacamayos en la pro-

vincia de Napo (Figura 3). Tapia et al. ,2017 identificó 13 razas botánicas de maíz en las provincias de Carchi e Imbabura, evidenciando que la Sierra Norte es una zona de alta diversidad de razas de maíz, y dentro del análisis general de la diversidad de maíz en Ecuador, se debería priorizar esta zona, como un área de conservación. En el mapa ELC, las categorías 1, 2 y 3 se distribuyen en 6 cantones de la provincia del Carchi , principalmente en el cantón Bolívar y Montúfar; mientras que, en la provincia de Imbabura destacan los cantones Cotacachi y Pimampiro, y en la provincia de Pichincha los cantones Quito y Pedro Moncayo (Figura 3) [21].

**Tabla 2.** Frecuencias por especies y frecuencias en base al mapa ELC para las seis categorías ecogeográficas identificadas en la colección de *Zea mays* de altura de la Sierra Ecuatoriana, conservada en el banco de germoplasma del INIAP, 2022.

Categorías ecogeográficas	Clasificación frecuencia por ocurrencia de especie	Clasificación por frecuencia de categoría mapa ELC
1*	Baja	Baja
2*	Baja	Media baja
3*	Nula	Baja
4	Media alta	Media baja
5	Alta	Alta
6	Alta	Media alta



**Figura 3.** Sitios priorizados en la Sierra Norte Ecuatoriana para la colecta de *Zea mays*. INIAP, 2022.

## V. CONCLUSIONES

Las herramientas CAPFITOGEN son de gran utilidad para mejorar la representatividad de las colecciones que se conservan en los bancos de germoplasma a nivel nacional e internacional.

El mapa ELC identificó escenarios adaptativos no homogéneos clasificados en 6 categorías ecogeográficas para la biodiversidad del maíz de altura de la Sierra Ecuatoriana, encontrándose categorías de baja frecuencia que comparten solo ciertas características en sus componentes climáticos, geofísicos o edáficos con las categorías de alta frecuencia. Asimismo, permitió discriminar correctamente escenarios adaptativos utilizando las variables ecogeográficas que más influyen en la adaptación abiótica del maíz y que por tanto, determinan su distribución, lo que contribuye a la colecta, conservación y utilización eficiente de los recursos fitogenéticos.

Las principales zonas ecogeográficas con una nula o baja frecuencia en la colección de *Zea mays* de altura conservada en el banco de germoplasma del INIAP, identificadas para la colecta suplementaria del maíz están ubicadas en las provincias de Imbabura, Pichincha y Carchi.

Los aspectos sensibles que pueden poner en riesgo una exitosa conservación ex situ de recursos fitogenéticos se pueden dar en dos momentos particulares, al momento de la colecta y durante la conservación propiamente dicha. La aplicación de técnicas apropiadas de manejo del germoplasma, reducen el riesgo de pérdidas de entradas durante el periodo de conservación. Sin embargo, el germoplasma que se lleva a conservación debe reflejar la diversidad genética lo más fiel posible de las poblaciones vegetales que ocurren en el campo; por ello es importante tener presente al momento de realizar la colecta cuan representativa es la muestra de la diversidad conservada ex situ respecto a la diversidad genética total que ocurre en la naturaleza, es lo que se denomina representatividad de una colección de germoplasma. El presente estudio pone en evidencia la importancia de realizar recolecciones de germoplasma que aseguren capturar la mayor diversidad genética posible presente en el campo.

## V. REFERENCIAS

- [1] Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y su clasificación. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas-INCA, Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal. *Cultrop* v.30 n.2 La Habana abr-jun. 2009. Cuba
- [12] Mayorga, N. (2016). El maíz entre los pueblos indígenas. México: Organización Editorial Mexicana.
- [24] Tapia, C. and Carrera. H. (2011). Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural en Cotacachi-Ecuador. Quito, INIAP, UNOR-CAC, USDA, Bioversity International, 198 p.
- [20] SIPA. (2021). Sistema de Información Pública Agropecuaria, Cifras Agro-productivas. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador. Datos disponibles del año 2020. Consultado en septiembre de 2021. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- [9] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2019). Encuesta de superficie y producción agropecuario. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccionagropecuaria-continua-bbd/>.
- [22] Tapia, C., Torres, M. and Parra-Quijano, M. (2015) Searching for adaptation to abiotic stress: ecogeographical analysis of highland Ecuadorian maize. *Crop Science* 51: 1–13.
- [2] Bogado, R. (2017). Rescate de semillas locales y técnicas de producción de maíz (*Zea mays*) en Paraguay y Bolivia. Paraguay: Ediciones lito-press. [https://www.uco.es/vidauniversitaria/cooperacion/images/documentos/investigacion/RES\\_CATE%20DE%20SEMILLAS%20LOCALES%20Y%20TECNICAS%20DE%20PROD\\_UCCI%C3%93N%20DE%20MAIZ%20ZEA%20MAYS%20EN%20PARAGUAY%20Y%20BOLIVIA.pdf](https://www.uco.es/vidauniversitaria/cooperacion/images/documentos/investigacion/RES_CATE%20DE%20SEMILLAS%20LOCALES%20Y%20TECNICAS%20DE%20PROD_UCCI%C3%93N%20DE%20MAIZ%20ZEA%20MAYS%20EN%20PARAGUAY%20Y%20BOLIVIA.pdf).
- [18] Salhuana, W. (2004). Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). UNALM. Lima-Perú. p. 204-251. Disponible en: [https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50301000/Races\\_of\\_Maize/Diversidad%20y%20razas%20de%20maiz%20en%20Peru.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50301000/Races_of_Maize/Diversidad%20y%20razas%20de%20maiz%20en%20Peru.pdf).
- [31] Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortíz, R., León, J., Campaña, D.†, López, V., Asaquibay, C., Nieto, M., Sanmartín G., Pintado, P., Yáñez, C., Racines, M. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. INIAP, Manual No. 122. Quito, Ecuador.
- [29] Yáñez, G., Zambrano, J., Caicedo, M. y Heredia, J. (2013). Guía de producción de maíz de altura. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. (Guía no. 96).

- [8] García, M., Cárcamo, M., Manzur, M., Montoro, Y., Pemgue, W., Salgado, A., Velásquez, H. y Vélez, G. (2011). Biodiversidad, erosión y contaminación genética del maíz nativo en América Latina.
- [6] Crossa, J. y Vencovsky, R. (2011). Chapter 5: Basic sampling strategies: theory and practice. In: Guarino, L., Ramanatha Rao, V. y Goldberg, E. (ed.) *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines – 2011 Update*. Bioversity International. Available online (accessed 6 November 2013) [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=671](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=671)
- [3] Brown, A.H.D. (1989). The case for core collections. In : Brown, A.H.D., Frankel, O.H., Marshall, D.R. y Williams, J.T. (ed.) *The use of plant genetic resources*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [30] Yonezawa, K., Nomura, T. y Morishima, H. (1995). Sampling strategies for use in stratified germplasm collections. P. 35-53. In : Hodgkin, T., Brown, A.H.D., van Hintum, Th.J.L. y Morales, E.A.V. (ed.) *Core collections of plant genetic resources*. John Willey & sons, Chichester, UK.
- [15] Parra-Quijano, M., Torres, E., Iriondo, M., López, F. (2015) "Herramientas CAPFITOGEN para la conservación y utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura", Versión 2.0. 289 p.
- [19] Shuttle Radar Topography Mission. <http://srtm.csi.cgiar.org/>. Consultado May 2015
- [28] WorldClimate (1996). <http://www.worldclimate.com>. Consultado May 2015
- [5] Colosimo, G., Crespi, M., De Vendictis, L., Jacobsen, K. (2009). Accuracy evaluation of SRTM and ASTER DSMs. 29th Annual EARSeL Symposium, Chania Greece, 15-18 June 29th Annual EARSeL Symposium, Chania Greece, 15-18 June.
- [7] Ferguson, M.E., Jarvis, A., Stalker, H.T., Williams, D.E., Guarino, L., Valls, J.F.M., Pittman, R.N., Simpson, C.E. y Bramel, P.J. (2005) "Biogeography of wild *Arachis* (Leguminosae): distribution and environmental characterization", *Biodivers Conserv* 14:1777–1798
- [11] Jarvis, A., Yeaman, S., Guarino, L. y Tohme J. (2006) "The role of geographic analysis in locating, understanding, and using plant genetic diversity", *Methods Enzymol* 395:279–298
- [10] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP). (2014). *Maíz suave*.
- [26] Wang, G., Zhou, G., Yang, L. y Li, Z. (2003) Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China", *Plant Ecol* 165:169–181.
-

- [23] Tapia, C. (2015). Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la sierra de Ecuador. [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio digital UPM. [http://oa.upm.es/35522/1/CESAR\\_GUILLERMO\\_TAPIA\\_BASTIDAS.pdf](http://oa.upm.es/35522/1/CESAR_GUILLERMO_TAPIA_BASTIDAS.pdf)
- [14] Oñate, L. (2016). Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos. [Título de pregrado Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio digital UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/18305>
- [27] Williams, C.L., Hargrove, W.W., Liebman, M. y James, D.E. (2008) “Agro-ecoregionalization of Iowa using multivariate geographical clustering” *Agric Ecosyst Environ* 123:161–174
- [16] Parra-Quijano, M., Iriondo, J. y Torres, E. (2011) “Ecogeographical land characterization maps as a tool for assessing plant adaptation and their implications in agrobiodiversity studies” *Genet Resour Crop Evol*, DOI 10.1007/s10722-011-9676-7.
- [17] Parra-Quijano, M., Iriondo, J. y Torres, E. (2011) “Improving representativeness of genebank collections through species distribution models, gap analysis and ecogeographical maps” *Biodivers Conserv*. DOI 10.1007/s10531-011-0167-0
- [13] Morales, T. (2021). CARACTERIZACIÓN DE RAZAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PROCEDENTES DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIAP, EN EL CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11610?locale=en>
- [25] Tapia, C., Paredes, N. y Lima, L. REPRESENTATIVIDAD DE LA DIVERSIDAD DEL GÉNERO *Musa* EN EL ECUADOR. *Revista [Internet]*. 1 de agosto de 2019 [citado 28 de abril de 2022];6(1). Disponible en: <https://revistaecuadorestabilidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestabilidad/index.php/revista/article/view/69>.
- [21] Tapia, C., Paredes, N., Naranjo, E., Tacán, M., Monteros, A., Pérez, C. y Valverde, Y. (2017). Caracterización morfológica de diversidad de razas de *Zea mays* en la sierra norte de Ecuador. *Repositorio digital INIAP. Revista la Técnica*: 18(6), 6-17.
- [14] CAPFITOGEN3. Disponible en <http://www.capfitogen.net/es/herramientas/>. Revisado el 11 de mayo de 2022.

**CORRESPONDENCIA:** Marcelo Tacán Pérez

---

**XXIV  
REUNIÓN  
LATINOAMERICANA  
DE MAÍZ**

Cajamarca - Perú  
Junio de 2022





**Memorias de la XXIV Reunión  
Latinoamericana del Maíz 2022,**  
edición digital, se terminó de  
editar en Cajamarca, Perú,  
en julio de 2022.





*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

Av. La Molina 1981, La Molina  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)



ISBN: 978-9972-44-100-4



9 789972 441004