



IXIM: “Maíz, lo que sustenta la vida”

XXV Reunión

Latinoamericana del Maíz



Archivos Académicos USFQ

Número 54

Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: *IXIM* “Maíz, lo que sustenta la vida”

Editores:

María Gabriela Albán¹, José Luis Zambrano², Galo Mario Caviedes¹

¹Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingenierías, Carrera de Ingeniería en Agronomía.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Mejía, Ecuador.

Comité editorial:

Galo M. Caviedes¹, José L. Zambrano², Orsy F. Chávez³

¹Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingenierías, Carrera de de Ingeniería en Agronomía.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Mejía, Ecuador.

³Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Centro de Producción del Altiplano Central (CEPALC), Programa de Maíz/Ajonjolí. Chimaltenango, Guatemala.

Expositores:

Alberto Chassaingne, Alexander Chávez, Alicia Medina Hoyos, Ana Pincay, Andrea Peñas Ballesteros, Angela María Vargas-Berdugo, Astrid Racancoj, Carlos Alberto Sangoquiza, César Azurdia, Cristian Subía, Curt Bowen, Daiana Del Lago, Eddie Zambrano, Erika Mroginski, Felix San Vicente, Genaro Pérez Jiménez, Iris Pérez, Javier Castillo Sierra, Jelle Van Loon, Jorge Dobronski, José Fernando Menes, José Jaime Tapia, José Luis Zambrano, José Otiniano Villanueva, Juliana Iglesias, Karen Osorio, Lauro Moreira Guimaraes, Liliana Atencio, Luciana Galizia, Luis Walquer Arandia, Luisa Sarmiento, Manuel Alfonso Patiño, Marcelo Céspedes, María Gabriela Albán, María Laura Ferreyra, Mario Caviedes, Mario Fuentes, Orsy Franklin Chávez, Óscar Cruz, Pedro García Mendoza, Percy Diaz-Chuquizuta, Ricardo Ernesto Preciado, Rodrigo Gonzalez Vega, Román Gordón, Sergio Miguel Vélez, Severo Ignacio-Cárdenas, Yamila Sleiman, Wladimir Jara.

USFQ PRESS

Universidad San Francisco de Quito USFQ
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador
Agosto 2024, Quito, Ecuador

ISBNe: 978-9978-68-297-5

ISBN: 978-9978-68-296-8

Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad San Francisco de Quito USFQ, Ecuador

Reunión Latinoamericana de Maíz (25° : 2024 : Quito, Ecuador)
Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: IXIM
"Maíz, lo que sustenta la vida" / [editores, María Gabriela Alban, José
Luis Zambrano, Galo Mario Caviedes ; expositores, Alberto Chassaigne
... [y otros]]. – Quito : USFQ Press, ©2024.
p. cm. ; (Archivos Académicos USFQ, ISSN: 2528-7753 ; no. 54
(agosto 2024))

ISBNe: 978-9978-68-297-5

1. Maíz – Congresos, conferencias, etc. – 2. Maíz - América Latina. - 3.
Maíz - Ecuador. - 4. Maíz - Ingeniería genética - 5. Mejoramiento selectivo
del maíz - I. Albán, María Gabriela, ed. - II. Zambrano, José Luis, ed.- III.
Caviedes, Galo Mario, ed.- IV. Chassaigne, Alberto, exp. -V. Título, - VI.
Título paralelo, VII. Serie monográfica.

CLC: SB 191 .M2 R48 2024

Esta obra es publicada bajo una **Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)**.



Citación recomendada de toda la obra: Albán, M.G., Zambrano, J. L., Caviedes, G. M. (Ed.) (2024) Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: IXIM "Maíz, lo que sustenta la vida". Archivos Académicos USFQ, 54, 1–75.

Citación recomendada de un resumen: Chávez, O. (2024) Situación del cultivo de maíz en Guatemala. Archivos Académicos USFQ, 54, 19.

Archivos Académicos USFQ

ISSN: 2528-7753

Editora de la Serie: Andrea Naranjo

Archivos Académicos USFQ es una serie monográfica multidisciplinaria dedicada a la publicación de actas y memorias de reuniones y eventos académicos. Cada número de *Archivos Académicos USFQ* es procesado por su propio comité editorial (formado por los editores generales y asociados), en coordinación con la editora de la serie. La periodicidad de la serie es ocasional y es publicada por USFQ PRESS, el departamento editorial de la Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Más información sobre la serie monográfica *Archivos Académicos USFQ*:

<http://archivosacademicos.usfq.edu.ec>

Contacto:

Universidad San Francisco de Quito, USFQ
Atte. Andrea Naranjo | Archivos Académicos USFQ
Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica
Casilla Postal: 17-1200-841
Quito 170901, Ecuador

Instituciones organizadoras:

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA)
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)



Ministerio de
**Agricultura,
Ganadería y
Alimentación**



Instituciones auspiciantes:

The International Cooperation and Development Fund (Taiwan ICDF)
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Guatemala
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIIA)
Semilla Nueva



Con el gentil apoyo de:

Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT)
Red Latinoamericana de Maíz
Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)
Universidad San Francisco de Quito USFQ



**Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz:
IXIM “Maíz, lo que sustenta la vida”**

María Gabriela Albán, José Luis Zambrano, Galo Mario Caviedes
Editores



Tabla de contenido

Presentación.....	10
Agenda.....	11
Presentaciones orales.....	14
Guatemala como parte del centro de origen del maíz.....	15
Red Latinoamericana de Maíz: tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas.....	16
Innovahubs and their regional research components: building communities for accelerated co-learning.....	18
Situación actual del cultivo de maíz en Guatemala.....	19
Situación actual del maíz en México, producción, problemática, retos y oportunidades.....	20
Situación del cultivo de maíz en Panamá.....	21
Maíz en Honduras: situación actual del cultivo y avances tecnológicos.....	22
El maíz en Argentina: una cadena productiva esencial para el desarrollo del país.....	23
Maíz brasileño: investigación, innovación y adopción de tecnologías son el motor de la producción nacional.....	24
Investigación y desarrollo I+D, de los maíces amarillo duro y amiláceo en el Perú.....	25
Modelo de producción sostenible de maíz para pequeños productores de la región Caribe Colombiana.....	26
Estado actual de la producción de maíz en Bolivia.....	27
Maíz en Ecuador: situación del cultivo y avances tecnológicos.....	29
Aporte del CIMMYT al mejoramiento genético del maíz tropical en América Latina.....	31
Maíz y productividad: factores de riesgo que inciden en la producción del maíz y alternativas tecnológicas para mejorar la productividad en Centro América y el Caribe.....	32
Medidas de adaptación en la producción de maíz (<i>Zea mays</i>) ante cambios del clima en los valles de Bolivia.....	33
Estrategias y tecnologías para masificar el maíz biofortificado.....	34
Producción de huitlacoche (<i>Ustilago maydis</i>) en maíces nativos en la región Chuiautzingo, Puebla, México.....	35
Impacto del uso de acolchado plástico en la producción y rentabilidad de variedades de maíz en la Sierra del Ecuador.....	36
Herramientas estadísticas para la evaluación y selección de genotipos a través de múltiples ambientes y años.....	37
Maíces con alto contenido de antocianina, biofortificados con zinc, provitamina A y de alta calidad de proteína en Perú.....	38
Desarrollo del biofertilizante “Fertibacter” para el cultivo de maíz en la Sierra ecuatoriana: una historia de éxito en la agricultura sostenible.....	39
Características nutricionales del maíz y su efecto en el desempeño productivo de ovinos en pastoreo para la región Caribe Colombiana.....	40
Diagnóstico de la chicharrita (<i>Dalbulus maidis</i>) en zonas productoras de maíz en Guatemala.....	41
Investigación en la producción de semilla híbrida de maíz.....	42
Presentación de Posters.....	43
Rematriación de semilla de maíces nativos y criollos al resguardo Kamëntsá Biyá – Valle del Sibundoy Putumayo Colombia.....	44
Implementación de un modelo productivo intercultural de semilla de maíz (<i>Zea mays</i> L.) regional mediante la recuperación de conocimientos ancestrales y la sostenibilidad alimentaria en el municipio de Lloró en el departamento de Chocó – Colombia.....	45

Mantenimiento de la variedad de maíz (<i>Zea mays</i> L.) Marginal 28T en lotes aislados de cruzamiento de familias de medios hermanos, mazorca por surco	46
Caracterización fenotípica de accesiones de maíz reventón (<i>Zea mays</i> L. var. <i>Everta</i>) de libre polinización colectadas de parcelas de agricultores del valle de Huánuco, Perú.....	47
Comparativo de híbridos experimentales y variedades comerciales de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) en condiciones de Loreto, Perú	48
Capacidad combinatoria de cruzamientos intervarietales de maíces amiláceos de la sierra peruana	49
Mejoramiento del material nativo de maíz Chazo (<i>Zea mays</i> L.) para la provincia de Tungurahua	50
Avances en mejoramiento genético para el desarrollo de nuevas variedades e híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) para la Sierra del Ecuador	51
Avances del INIAP en mejoramiento genético para el desarrollo de híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) para la región Costa y Amazonía en el Ecuador	52
Explorando la diversidad genética de maíces criollos andinos usando marcadores moleculares SSR	53
Uso de germoplasma de maíz tropical como alternativa a la siembra tardía en regiones semiáridas de Argentina	54
Detección de <i>loci</i> de caracteres cuantitativos para tolerancia a bajas temperaturas durante las primeras etapas del desarrollo del maíz	55
Caracterización de líneas endocriadas de maíz bajo estrés abiótico mediante sensores remotos	56
Potencial forrajero de maíces del banco de germoplasma de la nación colombiana, para los sistemas bovinos del trópico alto colombiano	57
Variedades de maíz con alta productividad de grano y forraje para el Caribe húmedo colombiano	58
Evaluación de cultivares de maíz para forraje, tolerantes a sequía para condiciones de trópico seco	59
Selección visual avanzada dirigida como método de mejoramiento participativo en poblaciones panmícticas de maíz nativo, región de temporal del Centro - Oeste, Puebla - México	60
Esquemas de Aseguramiento de Calidad para Semilla (EAC): instrucciones para la generación de una herramienta práctica y multidimensional enfocada en medianos y pequeños productores	61
Estimación de costos de producción y rentabilidad en la producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz negro (<i>Zea mays</i> L.) en dos ambientes de la región alto andina del Ecuador	62
Análisis de la cadena agroalimentaria de maíz tradicional en el Caribe Colombiano	63
Una visión del presente y futuro de la producción de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Ecuador	64
Respuesta de las variedades de maíz suave (<i>Zea mays</i> L. var. <i>Amylacea</i>) INIAP 101 e INIAP 122 a la fertilización química con acolchado plástico y riego	65
Respuesta de cultivares de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.) a alta densidad de siembra, en condiciones de trópico seco.....	66
Efecto de la estimulación magnética y su respuesta agronómica en el rendimiento y la concentración de antocianinas en el maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) INIA 601, producidos en las regiones de la Libertad y Cajamarca	67
Mejora de las características germinativas de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) INIA 601 mediante campo magnético.....	68
<i>Trichoderma koningiopsis</i> aplicado como recubrimiento de semillas para la protección de hongos durante el almacenamiento en semilla de sorgo dulce (<i>Sorghum bicolor</i> L.) Moench	69
Evaluación de potencial de transmisión por semilla de <i>Spiroplasma kunkelii</i> y <i>Candidatus</i> Phytoplasma asteris agentes causales del complejo de achaparramiento del maíz.....	70
Evaluación de atrayentes alimenticios para capturar moscas de la mazorca (<i>Euxesta</i> spp.) en el cultivo de maíz amiláceo (<i>Zea mays</i> L. var. <i>Amylacea</i>) en la región de Cajamarca, Perú.....	71

Fungicidas comerciales en el manejo de la mancha foliar de <i>Bipolaris</i> sp. de maíz en la provincia de Manabí, Ecuador.....	72
Evaluación de cuatro tratamientos ecológicos y uno químico para controlar el gorgojo del maíz <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabr. en semilla almacenada de maíz amiláceo en Cajamarca, Perú	73
Evaluación de líneas endocriadas de maíz frente a la infección de <i>Xanthomonas Vasicola</i> pv. <i>Vasculorum</i> en invernáculo	74
Dilucidando la arquitectura genética de la resistencia a múltiples enfermedades de espiga de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	76

Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz *IXIM* “Maíz, lo que sustenta la vida”

Presentación

El maíz es fundamental para América Latina tanto en términos económicos como culturales. Este cereal, originario de la región, ha sido cultivado por civilizaciones precolombinas durante miles de años. Actualmente, América Latina produce aproximadamente el 25% del maíz a nivel mundial, con Brasil y Argentina como los principales productores. En la región, el maíz es la base de la dieta diaria y protagonista en platillos tradicionales como las tortillas, arepas y los tamales. Además, festividades ancestrales, como la celebración del Día de Muertos que incluyen ofrendas de maíz en diversas formas y la elaboración y consumo de bebidas tradicionales elaboradas con maíz nativo. La importancia del maíz trasciende el uso en la alimentación, debido a que también se utiliza en ceremonias y rituales que mantienen vivas las tradiciones indígenas, enfatizando su rol crucial en la identidad y la cohesión social de las comunidades latinoamericanas.

Una de las iniciativas de organizar y realizar las Reuniones de Maíz en Latinoamérica fue emprendida por el “Programa Corporativo de Mejoramiento de Maíz de la Zona Andina”, en la década de 1960. Las últimas cuatro ediciones se han llevado a cabo en Santa Cruz, Bolivia (2015); Quevedo, Ecuador (2017); Montería, Colombia (2019) y Cajamarca, Perú (2022). La XXV Reunión Latinoamericana de Maíz, bajo el lema “IXIM Maíz, lo que sustenta la vida”, se realizó en la ciudad de Antigua, Guatemala, del 14 al 16 de agosto de 2024.

La realización de eventos para difundir y discutir los avances en la investigación y desarrollo de tecnologías para el cultivo de maíz en las Américas es crucial para fomentar la innovación y la sostenibilidad en la agricultura. Estos encuentros, permiten la colaboración entre científicos, agricultores y profesionales del sector, facilitando el intercambio de conocimientos y mejores tecnologías para el cultivo. Además, al abordar desafíos como el cambio climático, el mejoramiento genético, la semilla, las plagas y la degradación del suelo, se pueden desarrollar alternativas tecnológicas que aumenten la productividad y resiliencia del cultivo. La Reunión Latinoamericana de Maíz también promueve la adopción de técnicas agrícolas avanzadas y el uso de la biotecnología, contribuyendo a la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de la región. Asimismo, estos espacios fortalecen las redes de cooperación internacional y regional, impulsando políticas públicas y estrategias integrales que beneficien a las comunidades agrícolas y aseguren un suministro sustentable de maíz en el futuro.

La Reunión Latinoamericana de Maíz es el eje científico para analizar la situación del cultivo de maíz y su problemática, así como también, los avances tecnológicos en la región y la proyección del cultivo en los próximos años. Este documento contiene los resúmenes de las ponencias orales y posters de 57 trabajos que se presentaron en el evento, con activa participación de técnicos e investigadores de toda la región.

**XXV Reunión Latinoamericana de Maíz
IXIM “Maíz, lo que sustenta la vida”**

Agenda

Miércoles 14 de agosto de 2024

Hora	Tema	Expositor, afiliación
7:30-8:30	Registro de participantes. Hotel Soleil, Antigua.	ICTA
8:30-8:40	Bienvenida del evento	Julio García (Gerente ICTA)
8:40-8:50	Palabras alusivas al día Nacional del Maíz (Decreto 13-2024)	Maynor Estrada (Ministro de Agricultura)
8:50-9:10	Red Latinoamericana de Maíz: tecnologías de fronteras para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas	Jose Luis Zambrano (Coordinador de la Red Latinoamericana de Maíz)
9:10-9:45	Guatemala como parte del centro de origen del maíz	César Azurdia (CONAP)
9:45-10:20	Innovahubs y sus componentes de investigación regional: construyendo comunidades para un aprendizaje colaborativo	Jelle Van Loon (CIMMYT)
10:20-11:00	Receso	
11:00-11:30	Situación del cultivo de maíz en Guatemala	Franklin Chávez (ICTA)
11:30-12:00	Situación actual del maíz en México, producción, problemática retos y oportunidades	Ricardo Preciado (INIFAP)
12:30-13:00	Situación del cultivo de maíz en Panamá	Roman Górdon (IDIAP)
13:00-14:00	Almuerzo	
14:00-14:30	Maíz en Honduras: situación actual del cultivo y avances tecnológicos	Óscar Cruz (DICTA)
14:30-15:00	El maíz en Argentina: una cadena productiva esencial para el desarrollo del país	Luciana Galizia (INTA)
15:00-15:30	Maíz brasileño: Investigación, innovación y adopción de tecnologías son el motor de la producción nacional	Lauro José Moreira Guimaraes (Embrapa)
15:30 - 16:00	Receso	
16:00-16:30	Investigación y desarrollo I+D, de los maíces amarillo duro y amiláceo, en el Perú	Alicia Medina (INIA)
16:30-17:00	Modelo de producción sostenible de maíz para pequeños productores de la región Caribe Colombiana	José Jaime Tapia (AGROSAVIA)
17:00-17:30	Estado actual del maíz en Bolivia	Marcelo Céspedes (Fundación Valles)
17:30-18:00	Maíz en Ecuador: situación del cultivo y avances tecnológicos	José Luis Zambrano (INIAP), Mario Caviedes (USFQ)

Jueves 15 agosto de 2023

Hora	Tema	Expositor, afiliación
8:00-8:30	Contribución del CIMMYT en el mejoramiento de Maíz en América Latina	Felix San Vicente (CIMMYT)
08:30-9:00	Maíz y productividad: factores de riesgo que inciden en la producción del maíz y alternativas tecnológicas para mejorar la productividad en Centro América y el Caribe	Mario Fuentes (I+D)
9:00-9:20	Medidas de adaptación en la producción de maíz (<i>Zea mays</i>) ante cambios del clima en los valles de Bolivia	Luis Arandia (Fundación Simón I. Patiño)
9:20-10:30	Foro de maíz: impacto del cambio climático en la producción de maíz en la región	(CIMMYT, Semilla Nueva, Red Latam, Anagrab).
10:30-11:00	Receso	
11:00-11:30	Estrategias y tecnologías para masificar el maíz biofortificado	Curt Bowen (Semilla Nueva)
11:30-12:00	Conferencia internacional - ICDF Taiwan (presentación virtual)	ICDF Taiwan
12:00-12:20	Producción de huitlacoche (<i>Ustilago maydis</i>) en maíces nativos en la región Chuiautzingo, Puebla, México	Genaro Pérez Jiménez (INIFAP)
12:20-12:40	Impacto del uso de acolchado plástico en la producción y rentabilidad de maíz en la Sierra del Ecuador	Carlos Sangoquiza (INIAP)
12:40-13:00	Herramientas estadísticas para la evaluación y selección de genotipos a través de múltiples ambientes y años	Román Gordón (IDIAP)
13:00-14:00	Almuerzo	
14:00-14:20	Maíces con alto contenido de antocianina, biofortificados con zinc, provitamina A y de alta calidad de proteína en Perú	Alexander Chávez (INIA)
14:20-14:40	Desarrollo del biofertilizante “Fertibacter” para el cultivo de maíz en la Sierra ecuatoriana: una historia de éxito en la agricultura sostenible	Ana Pincay (KOPIA)
14:40-15:00	Características nutricionales del maíz y su efecto en el desempeño productivo de ovinos en pastoreo para la región Caribe Colombiana	Liliana Atencio (Agrosavia)
15:00-15:20	Diagnóstico de la chicharrita (<i>Dalbulus maidis</i>) en zonas productoras de maíz en Guatemala	Astrid Racancoj (ICTA)
15:20-15:40	Investigación en la producción de semilla híbrida de maíz	Alberto Chassaigne (CIMMYT)
15:40-16:00	Receso	
16:00-17:20	Recorrido y presentación de posters	Expositores
17:20-17:30	Entrega de certificados a conferencistas	ICTA
17:30-17:40	Cierre	Autoridades ICTA
17:40	Entrega de certificados a participantes del evento	ICTA

Viernes 16 de agosto de 2023

Hora	Tema	Expositor
7:30-8:50	Registro. Día de campo y feria. Estación Experimental Chimaltenango del ICTA	ICTA
8:50-9:00	Palabras de bienvenida e indicaciones	Autoridad ICTA
9:00-13:00	Día de campo y feria internacional del maíz	
13:00-14:00	Refrigerio	

Presentaciones orales

Guatemala como parte del centro de origen del maíz

Cesar Azurdia

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Proyecto Bioseguridad CATIE-CONAP. Ciudad de Guatemala, Guatemala

Autor para correspondencia, email: raxtul@yahoo.com

RESUMEN

Guatemala como parte de Mesoamérica es considerada centro de origen y diversidad del maíz. Por ello, se tiene presencia de parientes silvestres del maíz (teocintles), gran diversidad genética de maíces cultivados y riqueza cultural; elementos requeridos para que una región sea considerada como centro de origen y diversidad de plantas cultivadas. Existen dos especies de maíz silvestre, *Zea mays subs. huehuetenangensis* endémico para el occidente de Guatemala y *Zea luxurians*, presente en el oriente de Guatemala, se presentan las teorías del origen del maíz y se hace una breve recopilación de los aspectos históricos-culturales de los pueblos de Guatemala que muestran al maíz como elemento esencial de la cultura guatemalteca. Se hace una revisión de las razas de maíz reportadas por estudios desarrollados el siglo pasado y los avances en estudios que se conducen para hacer una actualización de esta diversidad genética, sobresaliendo el reporte de dos nuevas razas no reportadas para el país: *salpor majoque* y *Te'Wá*. La conservación de maíces silvestres se realiza mediante acciones de conservación *in situ* en acompañamiento de las comunidades en las que se distribuye y en forma *ex situ* en bancos de germoplasma. La forma de conservación *in situ* de los maíces cultivados se realiza principalmente mediante la implementación del sistema milpa. Todo esto lleva a concluir que el mantenimiento de los procesos bioculturales en los que el maíz es cultivado es mandatorio para la conservación y uso sostenible de este cereal.

Palabras clave: centro de origen, teocintle, diversidad maíz, riqueza cultural.

Red Latinoamericana de Maíz: tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas

José Luis Zambrano-Mendoza

*Coordinador de la Red Latinoamericana de Maíz (latam.maize.org).
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina
(EESC), Programa de Maíz. Mejía, Ecuador.*

**Autor para correspondencia, e-mail: joseluiszambrano2010@hotmail.com;
jose.zambrano@iniap.gob.ec*

RESUMEN

El maíz es uno de los alimentos más cultivados en América. No solo es un componente fundamental en la dieta de gran parte de la población y está vinculado a costumbres y tradiciones locales, sino que también representa una alternativa de producción económicamente rentable debido a sus innumerables usos, especialmente en la industria agroalimentaria. Además, desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y nutricional por su aporte de carbohidratos y por ser una de las principales materias primas para la producción de proteína de origen animal. La Red tiene sus orígenes en las primeras reuniones entre técnicos e investigadores maiceros en los años sesenta, con el "Programa Corporativo de Mejoramiento de Maíz de la Zona Andina" y el Programa Regional Andino de Maíz del CIMMYT. Posteriormente, la interacción entre los investigadores de la región se incrementó con Prociandino, Procitrópicos y Preduza. Desde estas reuniones iniciales, se destacó la importancia de intercambiar experiencias y conocimientos en la región para beneficiar al sector. Estas reuniones son espacios para realizar un análisis retrospectivo de las actividades de investigación, desarrollo e innovación en torno al cultivo de maíz, con el objetivo de resolver problemas que afectan su productividad en las diversas regiones de Latinoamérica. Hasta finales de los años noventa e inicios de los dos mil, estos eventos eran frecuentes y periódicos, pero se interrumpieron después de la XX Reunión realizada en Lima en 2004 debido a la falta de recursos económicos. Muchos de los colegas que las habían promovido se jubilaron y otros dejaron sus instituciones. En 2015, gracias a la tenacidad de personas como el Dr. Tito Claire del INIAF y el Dr. Luis Narro del CIMMYT, se retomó la senda y se llevó a cabo la XXI Reunión de Maíz en Bolivia. Este fue el comienzo de la Red actual, que se cristalizó durante la XXII Reunión Latinoamericana de Maíz realizada en 2017 en Ecuador, donde se firmó el acta de conformación de la Red con 34 investigadores de los institutos públicos de investigación (INIAs) de Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Argentina y Brasil; además de profesores de varias universidades de Ecuador y Perú, investigadores del CIMMYT y profesionales de otras instituciones privadas. Los objetivos de la Red son: 1) contribuir a la articulación de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación regional para la producción sustentable de maíz a través de una plataforma web y la organización periódica de la Reunión Latinoamericana de Maíz; y 2) promover propuestas articuladas de investigación y desarrollo e innovación en base a las necesidades del sector, considerando el valor cultural, nutricional y agroindustrial del maíz. La Red realiza publicaciones científicas y técnicas, donde varios de los miembros son editores invitados y dispone de una página web

donde se comparten resultados de procesos de investigación. Además, los miembros reciben información del CIMMYT por correo electrónico. Actualmente la Red tiene alrededor de 150 miembros registrados. La Red ejecuta el proyecto “Tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas (Tech Maíz)” financiado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), que tiene como objetivo capacitar y validar herramientas tecnológicas para la optimización de los sistemas productivos de pequeños y medianos productores de maíz, a través del fortalecimiento de capacidades y el intercambio de experiencias entre grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) relacionados con el cultivo. El proyecto lo ejecutan investigadores y técnicos de ocho institutos públicos de investigación de Iberoamérica (INIAs), cinco universidades Latinoamericanas y el CIMMYT. Este marco cooperativo facilitará que en el futuro puedan surgir nuevas actividades conjuntas y permitirá, en el mediano plazo, incrementar el rendimiento de los sistemas de producción del maíz, sobre todo de los pequeños agricultores quienes no han accedido a las nuevas tecnologías.

Palabras clave: red, gestión del conocimiento, ciencia, agricultura, desarrollo de tecnologías.

Innovahubs and their regional research components: building communities for accelerated co-learning

Jelle Van Loon

International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Texcoco, Mexico

Corresponding author, e-mail: J.VanLoon@cgiar.org

ABSTRACT

Agrifood systems in Latin America must find ways to raise farm yields, productivity, and incomes, while adapting to and mitigating the detrimental effects of climate change and addressing the region's widespread malnutrition. Many efforts to achieve this have offered well-meaning but mostly short-lived project-cycle driven and unvalidated one-size-fits-all responses that fail to solve the actual problems of farmers across Latin America's highly diverse agroecological and socioeconomic circumstances. For instance, smallholder farmers in parts of Mexico continue to practice traditional milpa intercropping, while the country's large-scale commercial farmers embrace the latest technologies, and often interventions are either on one group or another, ignoring the fact that they are all part of the same food value network but on different place on the innovation spectrum. Yet, the urgent need for extensive agronomic research that effectively supports farmers under all circumstances far surpasses the capacity of any single actor and there is a notable lack of investment in such research in Latin America, although being essential to fulfill global consumer demand and many countries in the region struggling to cope with chronic poverty traps. The difficulty to organize this research and exchange stems partly from the need to conduct it under conditions that accurately reflect farmers' realities, needs and capacity to apply the results in communities continuously under pressure from climate change, organized crime and political uncertainty. To establish and strengthen the inclusive -and hence tailored- spread of scientific knowledge and technology across this spectrum, CIMMYT through AgriLAC operates innovation hubs in Mexico, Guatemala and Honduras, with a focus on cereal-based production systems, that enables to achieve food security locally as well as provides entry points for sustainable diversification and additional added value. The innovahubs are supported by field infrastructure comprising "research platforms", "innovation modules", "extension areas", and "impact areas". Research platforms are the field experiments and contribute to the development of scientific knowledge essential for providing localized agronomic recommendations. Innovation modules are side-by-side comparisons and implement these recommendations in their fields, comparing them against control fields that follow conventional cultivation practices. Extension areas serve as demonstration fields where farmers, with technical assistance, implement new practices and disseminate these practices to their peers, while impact areas encompass all registered fields where novel practices have been successfully adopted because of the innovation hub co-learning stimulus.

Keywords: agrifood systems, climate change, innovahubs, agronomic research, co-learning.

Situación actual del cultivo de maíz en Guatemala

Orsy Franklin Chávez-Martínez

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Centro de Producción del Altiplano Central (CEPALC), Programa de Maíz/Ajonjolí. Chimaltenango, Guatemala.

Autor para correspondencia, e-mail: o.chavez@icta.gob.gt

RESUMEN

Para Guatemala, el cultivo de maíz es el más importante debido a que tiene un papel clave en la dieta alimenticia de su población y es el rubro que ocupa la mayor superficie de siembra, con 882.789 hectáreas reportadas en 2023. Ese mismo año, se reportó una producción de 1'950.000 toneladas de las cuales el 90 % correspondieron a maíz de grano blanco, un 7 % de maíz amarillo y un 3% de otros colores. La producción no cubre la totalidad de la demanda del país, siendo necesario importar de México y Estados Unidos 6,59 % de maíz blanco y 86,94 % de maíz amarillo para uso en la industria. La productividad del maíz en Guatemala es de 2,2 t ha⁻¹, que es baja comparada con los países vecinos de México y El Salvador con 3,9 y 2,8 t ha⁻¹, respectivamente. La producción de maíz en el país se divide en dos regiones principales, el trópico bajo de 0-1400 msnm y el altiplano 1600-2800 msnm, el uso de variedades mejoradas e híbridos en la región del trópico es mayor que en el altiplano donde predomina con hasta un 95 % el uso de variedades nativas. En general, el maíz se siembra bajo el régimen de lluvias; sin embargo, el efecto negativo del clima afecta la producción nacional. Las plagas y enfermedades es otro problema que afrontan los productores, que muchas veces tienen acceso limitado a los insumos de producción más importantes como fertilizantes, semilla y pesticidas. El uso de semillas mejoradas y el acceso a ellas son clave para contribuir al aumento de la productividad, ya que el nivel de adopción aún sigue siendo bajo. El aporte del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) ha sido la generación de variedades e híbridos de maíz adaptados a los sistemas productivos del país. En los últimos cinco años se ha puesto a disposición de los agricultores nuevos híbridos como el ICTA HB-17TMA (grano blanco), ICTA Grano de Oro (grano amarillo), estos cultivares poseen resistencia al Complejo Mancha de Asfalto (CMA); también, liberó el híbrido ICTA HB-18ACP + Zn y la variedad ICTA B-15 ACP + Zn, que poseen alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc. El nuevo enfoque de ICTA y de empresas privadas como Semilla Nueva, es el desarrollo de maíces biofortificados importantes para ayudar a reducir el problema de desnutrición crónica que padece casi el 50 % de los niños de escasos recursos del área rural y que gran parte de su dieta es maíz. También, se sigue trabajando el enfoque de maíces con resistencia al CMA, un problema para la región del trópico bajo donde causa pérdidas de hasta un 80 % en la producción. Hay nuevas plagas que han cobrado importancia económica en el país, tal es el caso de la chicharrita (*Dalbulus maidis*) en la región tropical y el ácaro del maíz (*Oligonychus pratensis*) en el altiplano occidental.

Palabras clave: productividad, semillas mejoradas, Complejo Mancha de Asfalto, desnutrición, biofortificados.

Situación actual del maíz en México, producción, problemática retos y oportunidades

Ricardo Ernesto Preciado-Ortiz

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México

Autor para Correspondencia, e-mail: repreciado@yahoo.com

RESUMEN

La gran importancia del maíz en México se debe a diversos aspectos entre los que destacan el alimentario, cultural, social, de salud pública, económico, productivo, científico, ecológico, pecuario e industrial. En el país se siembra 7,6 millones de hectáreas, principalmente con maíz de grano blanco para consumo humano (80 %); en menor proporción se siembra maíz forrajero (11 %); y de grano amarillo (9 %). De la superficie total, el 70 % es de secano (temporal) y el 30 % de riego, con un rendimiento de grano promedio de 3,5 y 8,0 t ha⁻¹, respectivamente. El maíz se cultiva bajo diversos sistemas de producción, desde agricultura empresarial hasta de subsistencia. No obstante que la producción de maíz en México es de más de 27 millones de toneladas (séptimo productor a nivel mundial), en el país se consumen más de 43 millones, por lo que se tiene un déficit de 16 millones de toneladas de maíz que se tienen que importar para ser utilizado principalmente en alimentación pecuaria y usos agroindustriales. La problemática que enfrenta el cultivo del maíz en México, que pone en riesgo y afecta de manera significativa la producción, consiste en una serie de factores bióticos como plagas foliares y rizófagas, enfermedades foliares de tallo y de mazorca (entre ellas las micotoxinas, que es un grave problema de salud pública); así como, diversos factores abióticos (problemas de fertilidad, temperaturas extremas, escasa y errática precipitación y/o problemas adversos del cambio climático), los cuales afectan cada vez más la producción. No obstante, la problemática que presentan las diversas regiones productoras de maíz en México, se tiene la oportunidad de que, a través de investigación interdisciplinaria e interinstitucional, se genere tecnología e innovación que enfrente los grandes retos y riesgos de la de la producción de maíz en México.

Palabras clave: oferta, demanda, factores bióticos, factores abióticos, investigación interdisciplinaria e interinstitucional, generación de tecnología, innovación.

Situación del cultivo de maíz en Panamá

Román Gordón-Mendoza

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Los Santos, Panamá

Autor para correspondencia, e-mail: gordon.roman@gmail.com

RESUMEN

El maíz es considerado uno de los rubros más importantes para el país. En el año 2013 fue promulgada la Ley 107 denominada la Ley de Granos, en la que se busca garantizar la seguridad alimentaria, disminuir el costo de la canasta básica, lograr la autosuficiencia de varios rubros, así como el de retornar su rentabilidad. Adicional a esta ley, se han organizado cadenas agroalimentarias para coordinar todos los esfuerzos entre los distintos actores de la actividad maicera del país. Se busca cerrar la brecha entre la demanda y la oferta de este grano. En Panamá por año se consume aproximadamente 659.100 toneladas de grano, de los cuales en el país se producen unas 90.910 toneladas y el resto son importadas. Del maíz que ingresa a los canales de comercialización, un 7 %, corresponde al consumo humano, y 93 %, al consumo de piensos para animales. La producción de maíz en Panamá se realiza a través de tres sistemas: mecanizado, a chuzo con tecnología y de agricultura familiar. En Azuero, el área sembrada en el sistema mecanizado tiene un promedio de 20 mil hectáreas en las últimas cinco campañas. Esta actividad involucró en promedio 825 productores a partir del año 2018. Todos estos sistemas se caracterizan por sus bajos rendimientos, lo que se refleja en la media nacional del sistema mecanizado ($4,67 \text{ t ha}^{-1}$). Esto, entre otras causas, se debe a diversos factores bióticos (insectos y enfermedades) y abióticos (lluvias erráticas, altas temperaturas), además de técnicas de manejo inadecuadas en lo que respecta a densidad, control de plagas y fertilización. La variabilidad climática significa un cambio importante en las reglas de juego para el cultivo. En los últimos 30 años, el proyecto de maíz del IDIAP ha evaluado híbridos y variedades, así como distintas prácticas agronómicas que han generado tecnologías. Los resultados del análisis de la investigación desarrollada señalan que el rendimiento de grano aumentó de $4,61$ a $7,96 \text{ tha}^{-1}$ con una mayor población de plantas al momento de la cosecha ($6,55$ plantas por m^2). El progreso del rendimiento de grano anual de los ensayos con tecnología IDIAP y el registrado por el MIDA son similares en la ganancia anual, pero distintos en la media anual de 2 toneladas, lo que sugiere que se debe identificar el o los factores que limitan la adopción de las tecnologías por parte de los productores o mejorar en el sistema de recopilación de la información.

Palabras claves: Ley de Granos, producción anual, sistemas de siembra, demanda.

Maíz en Honduras: situación actual del cultivo y avances tecnológicos

Oscar Cruz-Núñez

Programa de Maíz, Unida de Granos Básicos, SAG DICTA, Tegucigalpa

Autor para correspondencia, e-mail: oscarf.nunez23@gmail.com

RESUMEN

El maíz es un cultivo de la familia de las gramíneas, originario de algunas zonas de México y de Centro América que se remonta a unos 7 mil años de antigüedad. Entre los granos básicos, el maíz, es el grano que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. En el país se siembran dos grupos de maíz: el blanco que se siembra prácticamente en todo el país y el amarillo en solo el 5 % del área. La época de siembra en el país es de “primera siembra” (mayo, junio y julio) que representa el 80 % del área y postrema el 20 % (octubre, noviembre y diciembre). De acuerdo a la situación de granos básicos en Honduras (2018 – 2022), se producen 14,6 millones de quintales, en 268 mil explotaciones, en un área de 510 mil manzanas. El consumo per cápita es de 81,5 Kg año⁻¹, que origina una demanda total de 31,6 millones de quintales de maíz; de los cuales se importaron 17,1 millones de quintales, 3,9 millones (23 %) de maíz blanco y 13,2 millones (77 %) de maíz amarillo, por un valor de USD 140 millones. Datos estimados por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), reflejan que en la cosecha 2015-2016 se perdió aproximadamente el 39% (183,3 miles de manzanas) de la superficie total cultivada que ascendió a 470 mil manzanas, mientras que las pérdidas en producción ascendieron a 5,2 millones de quintales, con un valor de producción aproximado de USD 72,6 millones. Esto se debió a la sequía que prevaleció en el país. Además, la SAG DICTA estima que apenas el 32 % de los agricultores emplean semilla certificada de maíz, 10 % con variedades y 22 % con híbridos y el 68 % con maíz criollo. Nuestro sistema de siembra es tradicional. Por su parte, en el año 2015, el rubro ocupó la sexta posición en la generación de valor agregado con 1344,3 millones a precios constantes de 2000, que representa el 5,1% del PIB total del país. En Honduras existen instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo de tecnología relacionadas con el maíz. La SAG-DICTA, Universidades y la empresa privada han generado importantes avances tecnológicos que han sido expuesto a través de los años en el foro del Programa Colaborativo Centroamericano en Cultivos Alimenticios (PCCMCA), que se realiza en rotación por país de Centroamérica cada año, donde se presentan los avances en temas de mejoramientos, nutrición de cultivos, control de plagas y enfermedades y producción de semilla. Dentro de lo más importante es el desarrollo de nuevas variedades de maíz de grano blanco y amarillo alto en Zinc, tolerancia a la sequía y a la enfermedad mancha de asfalto y el uso de prácticas de agricultura de conservación. Otro aspecto característico del cultivo de maíz, es que además de cultivarse solo, también se produce en asocio con otros cultivos. Las combinaciones más comunes son: maíz-sorgo, maíz-frijol y maíz-sandía.

Palabras claves: fitomejoramiento, producción, rendimiento, variedades biofortificadas, sequía, maíz.

El maíz en Argentina: una cadena productiva esencial para el desarrollo del país

Luciana Ayelen Galizia

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino, Buenos Aires, Argentina

Universidad de Buenos Aires (UBA). Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

*Autor para correspondencia, e-mail: galizia.luciana@inta.gob.ar

RESUMEN

La producción de maíz en Argentina es fundamental para la economía y el desarrollo agrícola. Argentina es uno de los principales productores de maíz a nivel mundial. En la actualidad, se siembran aproximadamente 11 millones de hectáreas, que resultan en una producción cercana a los 60 millones de toneladas. Esta cifra posiciona al país como el tercer exportador global, después de Estados Unidos y Brasil. El maíz contribuye significativamente a la economía argentina, no solo por su volumen de exportación, que representa alrededor del 12 % de las exportaciones nacionales y es una fuente importante de divisas, sino también por su impacto en la cadena de valor agroindustrial. Desde el desarrollo y producción de semillas hasta la industrialización y comercialización de los granos, el maíz genera empleo en las diversas etapas de su producción y procesamiento. El maíz argentino tiene diversos destinos y usos. Una parte significativa de la producción se destina a la exportación, abasteciendo mercados en América del Sur, Asia, Europa y África. Dentro del país, se utiliza en la industria alimenticia para la producción de harinas, féculas, aceites y otros productos derivados. Además, es un insumo clave en la producción de bioetanol y en la alimentación animal, especialmente en la ganadería y la avicultura. La producción de maíz se realiza principalmente en condiciones de secano, bajo siembra directa y con uso de eventos transgénicos que otorgan resistencia a lepidópteros y distintos herbicidas. Los productores argentinos se caracterizan por su alta adopción de tecnología, tanto en maquinaria agrícola, como biotecnología y uso de herramientas de teledetección para el seguimiento del estado del cultivo y la toma de decisiones de manejo. Esto hace que en Argentina se lleven a cabo importantes actividades de investigación y desarrollo en instituciones públicas como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y diversas universidades, que, en esfuerzos conjuntos con la industria y los productores, posicionan al país a la vanguardia del desarrollo de nuevas tecnologías. Este sólido trabajo colaborativo entre instituciones públicas y privadas se ha visto reflejado en la rápida respuesta que se está dando frente al fuerte ataque por el Complejo del Achaparramiento del Maíz ocurrido en la última campaña. La respuesta coordinada entre actores públicos y privados a este desafío demuestra la resiliencia y capacidad de adaptación del sector agrícola argentino, indispensable para su crecimiento y sostenibilidad futura, y para continuar afianzándose como líder global.

Palabras clave: agricultura, producción, semillas, agroindustria, investigación y desarrollo.

Maíz brasileño: investigación, innovación y adopción de tecnologías son el motor de la producción nacional

*Lauro José Moreira Guimarães*¹, Roberto dos Santos Trindade¹ y Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães¹*

¹*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Unidade: Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Brasil*

**Autor para Correspondencia, e-mail: lauro.guimaraes@embrapa.br*

RESUMEN

El maíz ocupa un papel destacado en el agronegocio brasileño, contribuyendo tanto a la economía nacional como a la seguridad alimentaria. Brasil se ha consolidado como uno de los mayores productores y exportadores de este grano a nivel global, con producción que superó los 100 millones de toneladas desde 2018/2019. Para 2023/2024, se estima una producción de 111,6 millones de toneladas en 20,6 millones de hectáreas, con productividad media de 5,42 t ha⁻¹. Aproximadamente, el 60 % de esta producción se consume internamente, principalmente para raciones animales de aves, cerdos y bovinos. La sostenibilidad y competitividad del sector del maíz en Brasil están impulsadas substancialmente por la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), que reúne esfuerzos de entidades como EMBRAPA, multinacionales del agronegocio, instituciones de investigación estatales y universidades. Las inversiones en I+D se centran principalmente en el mejoramiento de cultivares, en el uso de biotecnología, protección de cultivos y adaptaciones de sistemas de producción más intensificados. Actualmente, aproximadamente el 90 % de las áreas de siembra de maíz emplean semillas híbridas y transgénicas para el control de plagas y la tolerancia a herbicidas. Además, se han introducido diversas innovaciones y tecnologías para el control químico y biológico de enfermedades, plagas y malezas, bio-inoculantes para mejorar el crecimiento de plantas, entre otras prácticas para optimizar los sistemas de producción. Uno de los principales desafíos fitosanitarios es el control de la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) y las enfermedades conocidas como achaparramiento del maíz. Las investigaciones se enfocan en el manejo integrado de la chicharrita, la búsqueda de cultivares resistentes y métodos de control biológico. La creciente demanda por biocombustibles también impulsa investigaciones para optimizar la producción a partir de maíz, incluyendo desarrollos en procesos industriales, mejores enzimas y cultivares con granos más adecuados. En 2023/24, alrededor de 6,3 mil millones de litros de etanol se produjeron a partir de maíz en Brasil, demandando cerca de 14 millones de toneladas de granos. Esto contribuye para aumentar la sostenibilidad de la matriz energética del país y coloca a Brasil como el segundo mayor productor mundial. La importancia de Brasil en el escenario internacional es resultado directo de su capacidad productiva y competitividad agronómica, alcanzadas mediante la adopción de tecnologías innovadoras, prácticas sostenibles y una inversión continua en I+D. Para mantener o ampliar esta posición, es esencial continuar invirtiendo en infraestructuras, mejoras logísticas y fomentar el valor añadido de los productos derivados del maíz.

Palabras clave: agronegocios, mejoramiento genético, biotecnología, sostenibilidad, productividad, control de plagas.

Investigación y desarrollo I+D, de los maíces amarillo duro y amiláceo en el Perú

Alicia Elizabeth Medina-Hoyos^{1*}, Roberto Alvarado R.², Percy Diaz Ch.², Víctor Vásquez L.², Cesar Oscanoa R.² y Héctor Campos A.²

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Coordinadora del Programa Nacional de Maíz del INIA. Cajamarca, Perú

² INIA. Programa Nacional de Maíz. Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: amedina@inia.gob.pe

RESUMEN

En el Perú se tiene dos tipos de maíz, el amarillo duro (MAD) que se siembra en la costa y selva, y el amiláceo (MA) que se cultiva en la zona andina o sierra. En la costa, el 90 % del área del MAD está destinada para la producción de grano, utilizado para la alimentación de pollos, y en menor medida, de cerdos y vacuno. Es un insumo fundamental para el consumo alimenticio de la población del país, la carne de ave (el pollo) es casi infaltable en las comidas. El otro 10 % para la producción de forraje (ganado lechero) y en los últimos años se viene utilizando para la crianza de cuyes. El rendimiento promedio de grano es de 4,88 t ha⁻¹. En la selva, el MAD tiene una participación nacional de 17,4 %, aporta al VBP con 3,7% y es uno de los cinco cultivos alimenticios de mayor importancia. El cultivo se realiza desde suelos de restinga (150 msnm) hasta los 1000 msnm. Los reportes estadísticos del MIDAGRI revelan un crecimiento sustancial desde 1980 hasta 2023. El uso de semilla certificada es de 30% (híbridos importados) y de la nacional 9% (variedad Marginal 28T). El Rendimiento promedio de MAD en la selva es de 3,00 t ha⁻¹ y ocupa mano de obra, que representa el 29 % del costo de producción. En la sierra es importante elevar la rentabilidad del cultivo, teniendo como componente importante la semilla y los diversos tipos y colores de granos que satisfacen los variados usos. El maíz amiláceo blanco se utiliza para (choclo), amarillo en tostado (cancha), para harina (chochoca). El maíz morado en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética y textil; contiene antocianinas, que son pigmentos de color morado, se encuentran en la coronta, bráctea y granos. Como principal problemática, se reportan rendimientos bajos, debido a la poca tasa de uso de semilla de calidad, limitada información, formación y promoción de semilleros, baja competencia técnica de los productores, dificultad en la transferencia de los materiales hacia los productores, deficiente marketing y nulo pago de "Royalties". Los híbridos de MAD tienen limitada estabilidad de rendimiento, uso de semillas F2, alta susceptibilidad a enfermedades foliares y pudrición de granos. La alta influencia del cambio climático en el rendimiento del MAD, es alarmante, el incremento de 1°C de temperatura promedio impacta negativamente, por registrar una disminución en 0,84 t ha⁻¹. La investigación de los últimos años está orientada a la búsqueda de cultivares de buen comportamiento agronómico, resistente principalmente a enfermedades fúngicas, buena calidad de grano y amplio rango de adaptación. Con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se ha logrado obtener híbridos de maíz amarillo duro, como INIA 619-MEGAHÍBRIDO, INIA 624-KILLU SUK, INIA 626-AKIRA e INIA 627-Pátapo. Para la sierra, se han desarrollado variedades INIA 623 Cumbemaino, INIA 628 Yuracc Chocello y continuamos sensibilizando, difundiendo y promocionando al maíz morado INIA 601, por su potencialidad nutraceútica y de alta rentabilidad. Se realizan publicaciones científicas y guías técnicas. Se continúa con el mantenimiento de la identidad varietal e incremento de semilla genética de las tecnologías liberadas por el INIA.

Palabras clave: maíz amarillo duro, híbridos, maíz amiláceo, maíz morado, antocianinas.

Modelo de producción sostenible de maíz para pequeños productores de la región Caribe Colombiana

Jose Jaime Tapia-Coronado¹, Liliana Atencio-Solano¹, Emiro Suarez-Paternina¹, Jose Luis Contreras-Santos¹, Angela Vargas-Berdugo²

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Turipaná, Córdoba, Colombia

² AGROSAVIA. Centro de Investigación Nataima, Ibagué, Colombia

*Autor para Correspondencia, e-mail: jtapia@agrosavia.co

RESUMEN

La producción de maíz en la región Caribe Colombiana es una actividad económica importante para los pequeños productores. Sin embargo, el rendimiento de grano ha venido disminuyendo lo que ha generado incrementos en los costos de producción y baja rentabilidad del cultivo. En este sentido, Agrosavia fomenta un modelo de producción sostenible para sistemas tradicionales que permita mejorar los indicadores productivos y reducir los costos. El modelo integra: 1) Manejo del suelo: que contempla el uso de labranza vertical para descompactar el suelo, aumentando la capacidad de exploración de las raíces de la planta, además de la implementación de drenajes con profundidad mínima de 60 cm para evacuar el exceso de humedad y con ello aumentar la producción de grano seco en 2 t ha⁻¹ con respecto al manejo convencional. 2) Material genético de alta productividad: el uso de variedades mejoradas, Agrosavia V-117 y Agrosavia V-121, permite el incremento de los rendimientos de grano hasta un 100% con respecto a los maíces regionales al pasar de 2 a 4 t ha⁻¹ en promedio; incluso, se resalta que pueden alcanzar rendimientos potenciales hasta 6 t ha⁻¹. En producción de forraje, estas variedades presentan rendimientos que oscilan entre 25 a 35 t ha⁻¹ de forraje verde, el cual se utiliza para la elaboración de ensilaje con contenidos nutricionales de 32,2 % de materia seca, 10,49 % proteína cruda, 55,13 % FDN, 24,9 % FDA, 78,6 % de digestibilidad y 70,4 % de nutrientes digestibles totales. Esto representa una alternativa para la alimentación de rumiantes durante la época seca, permitiendo mantener ganancias de peso de los animales en un 27 %, con respecto a sistemas ganaderos sin suplemento. 3) Manejo integrado del cultivo: promueve el monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo desde la emergencia de las plantas hasta la etapa VT, con el fin mantener sus niveles de incidencia y severidad por debajo de 10 % y 3, respectivamente, considerados como el umbral de acción. De ese modo se favorece la disminución en el uso de productos de síntesis química hasta en un 50 %. Asimismo, contempla el uso de biocontroladores de plagas (para el manejo de gusano cogollero y chicharrita) y biofertilizantes (solubilizadores de fósforo y nitrógeno). El modelo de producción sostenible les brinda a los pequeños productores estrategias que promuevan la preservación de la biodiversidad, conservación de los recursos naturales y su seguridad alimentaria.

Palabras clave: modelo sostenible, rendimiento de grano, variedades, producción de forraje, sistema tradicional, pequeños productores.

Estado actual de la producción de maíz en Bolivia

Marcelo Céspedes López

*Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles (Fundación Valles),
Cochabamba, Bolivia.*

** Autor para correspondencia, e-mail: mcespedes@fundacionvalles.org*

RESUMEN

La producción de maíz es importante para Bolivia porque constituye la base de la seguridad alimentaria junto a otros cultivos; además, es el alimento primordial para aves y, otros animales destinados también al consumo humano. Los sistemas de producción practicados en el cultivo de maíz son muy variados (tradicional, mecanizado y combinado), dependen mucho de la zona productiva, el tipo de productor, el acceso a factores claves de producción, la tradición y la superficie cultivada, entre otros aspectos. Las principales zonas de producción de maíz están concentradas en las macroecoregiones de los Valles, Chaco y Trópico de los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija. La zona maicera en el Valle, tiene una producción que está mayormente destinada al consumo humano, con tipos de maíz mayormente amiláceos, harinosos y morochos de diversos colores (blanco, amarillo, anaranjado). La zona de producción en el Trópico y Chaco, es realizada con maíces del tipo duro y dentado, principalmente para el consumo animal, ya sea como alimento balanceado o en forma directa. Bolivia ha logrado constituirse en un centro de la diversidad del maíz. Las principales zonas que destacan en riqueza de maíz (85 %) son los Valles y el Chaco boliviano. Sin embargo, la zona del trópico, orientó al incrementado significativo del rendimiento, un promedio de 5 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), con investigaciones de materiales promisorios de hasta $7\ t\ ha^{-1}$. Bolivia resalta hoy en día por la importancia de la conservación del maíz (*Zea mays* L.) como recurso genético. En este sentido, el maíz nativo ha respondido a las amenazas del cambio climático, siendo sembradas y en competencia junto a las variedades introducidas ya que, en Bolivia se ha dado un cambio de enfoque hacia un modelo más sostenible, orientado por acciones productivas en base a una demanda concreta de mercado. El Estado Plurinacional de Bolivia, en la presente gestión 2024, está apoyando con programas nacionales para dar respuesta a la demanda de 1,3 millones de toneladas de maíz que, deben ser cubiertas bajo la planificación del sector productivo, a partir del acceso adecuado de los agricultores a mercados de bienes y servicios que permitan hacer frente a tan importante oportunidad comercial. En ese marco, se están consolidando modelos de apoyo colaborativo multiactoral para la proveeduría de triple impacto (social, económico y ambiental), con procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) cuyo empleo genera cambios en mayor volumen, calidad y sostenibilidad de las variedades nativas y/o mejoradas de maíz por una demanda específica y dinámica del mercado. Se cuenta con plataformas de diálogo y apoyo colaborativo para la cadena de valor del maíz que, a través de verdaderos ecosistemas de interacción alcanza objetivos comunes y dinámicos impulsados por la competitividad del negocio, estarán constituidas por la participación de la sociedad civil, sector público, privado, y la academia. Reunidos en diálogo diseñan e implementan acciones de cooperación técnica y promoción de la agricultura en red, siendo efectiva, sostenible y resiliente a través del conocimiento / saber, tecnología y la innovación. De esta manera, los agricultores (hombres / mujeres / jóvenes) productores de maíz, mejorarán su acceso al mercado de insumos (semillas, fertilizantes y otros productos para proteger el cultivo de las plagas y enfermedades) y servicios (asesoramiento organizativo y técnico, crédito, innovación tecnológica, maquinaria / herramientas, empaque, certificación)

para consolidar procesos productivos efectivos de proveeduría (oferta sostenible) articulada a un mercado nicho de industrialización del maíz para conformar negocios de largo plazo.

Palabras clave: agricultura, fitomejoramiento, producción, apoyo colaborativo multiactoral, investigación, desarrollo, innovación, rendimiento, semillas, tecnología.

Maíz en Ecuador: situación del cultivo y avances tecnológicos

José Luis Zambrano^{*1}, Mario Caviedes²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina (EESC), Programa de Maíz. Mejía, Ecuador

² Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Colegio de Ciencias e Ingenierías, Ingeniería en Agronomía. Quito, Ecuador

*Autor para correspondencia, e-mail: jose.zambrano@iniap.gob.ec

RESUMEN

El cultivo de maíz es el cereal más importante por superficie sembrada en Ecuador, que en 2023 reportó 362.196 hectáreas. En el país, el cultivo de maíz se divide en dos grandes grupos: el maíz amarillo duro que es sembrado principalmente en las regiones Litoral o Costa y Oriente o Amazonía; y el maíz harinoso y de otros tipos (morocho, chulpi, reventador) sembrados en la Sierra sobre los 2000 m snm. El cultivo de maíz amarillo duro representa un valor importante en la economía del país, que en 2023 contribuyó con 1,7 % al Valor Agregado Bruto (VAB) Agropecuario. El maíz amarillo duro se cultiva en dos épocas del año. En la primera denominada lluviosa o invierno (enero-mayo) se siembra cerca del 83 % de la producción anual; mientras que en la segunda época llamada seca o verano (junio-octubre) se produce el restante 17 % del grano. De acuerdo a cifras del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 2023 se sembró una superficie de 310.788 ha de maíz amarillo duro en Costa y Amazonía, con una producción de 1,41 millones de toneladas métricas (MTM) y un rendimiento promedio de 4,36 t ha⁻¹ de grano seco. En 2023, se importaron 174.394 toneladas de grano por un valor de USD 59,2 millones. Alrededor de 23 mil hectáreas del cultivo se perdieron en 2023 (13 mil más que en el año 2022), de las cuales el 37 % correspondió a afectaciones por plagas y enfermedades, 29 % a sequía y 34 % a otras causas. Además, el MAG estima que apenas el 42 % de los agricultores emplea semilla certificada de maíz amarillo duro. En la Sierra, el MAG reportó en el 2022 una superficie sembrada de 50.376 ha, con una producción de 83.852 toneladas métricas (TM) y un rendimiento promedio de 1,6 t ha⁻¹ de grano, contribuyendo con el 0,7 % al Valor Agregado Bruto (VAB) Agropecuario. Se estima que alrededor de 7 mil hectáreas de maíz en la Sierra se perdieron en 2022, de las cuales el 49 % correspondió a afectaciones por sequía y heladas, 24 % a plagas y enfermedades y 27 % a otras causas. En 2021, se importaron desde Perú 184 toneladas por un valor de USD 157 mil. El 92 % de los agricultores maiceros de la Sierra utiliza grano común como semilla, el 7 % semilla mejorada y menos de 1% de los agricultores utiliza semilla certificada. En el país existen instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo de tecnologías relacionadas con el maíz. El INIAP, las universidades y la empresa privada han generado importantes avances tecnológicos que fueron expuestos en el II Simposio Ecuatoriano de Maíz realizado en el año 2023, donde se presentaron avances en temas de mejoramiento genético, nutrición del cultivo, control de plagas y enfermedades y producción de semilla. Dentro de lo más relevante, sobresale el rescate y caracterización del potencial de maíces criollos colectados en la región Costa y Oriente; el desarrollo de nuevos híbridos de maíz de grano amarillo duro, utilizando germoplasma local e introducido; el desarrollo de nuevas variedades de maíz de granos especiales (maíz negro, chulpi y reventador) para la Sierra; el desarrollo de nuevas tecnologías de fertilización y bio-estimulación que incrementan el rendimiento del cultivo en condiciones de stress; el uso de controladores biológicos y extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades; la evaluación de la producción de biomasa forrajera utilizando maíz, el uso de cobertura plástica para aumentar rendimiento y reducir el estrés por sequía y frío en

la Sierra y el uso de prácticas de agricultura de conservación. Es fundamental continuar investigando y desarrollando tecnologías que incrementen los rendimientos, reduzcan los costos de producción y aseguren una producción de calidad, todo ello a través de la intensificación sustentable y el uso de buenas prácticas agrícolas.

Palabras clave: agronomía, fitomejoramiento, producción, rendimiento, semillas, tecnologías.

Aporte del CIMMYT al mejoramiento genético del maíz tropical en América Latina

Felix San Vicente García

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Programa Global de Maíz, Texcoco, México

**Autor para correspondencia, e-mail: f.sanvicente@cgiar.org*

RESUMEN

Esta presentación intenta revisar la contribución del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) al mejoramiento genético del maíz tropical en América Latina en la última década. Este periodo se ha caracterizado por el énfasis principal en el desarrollo de híbridos triples y menor medida de variedades sintéticas con adaptación a los diferentes ambientes objetivos en los trópicos bajos de América Latina. La definición de mega ambiente construido alrededor de condiciones de crecimiento similares, complejos de plagas y enfermedades, tipo de grano, atributos de calidad y preferencias de color en los países y, en algún momento, regiones fue un paso clave para priorizar los rasgos para un mejoramiento más enfocado. El progreso hacia rendimientos superiores y estables se ha acelerado mediante el uso de niveles de estrés controlados, evaluación en campos de agricultores, redefinición de perfiles de productos y uso de avances tecnológicos, en particular doble haploides (DH), selección asistida por marcadores y, más recientemente, selección genómica. El propósito principal ha sido poder entregar la ganancia genética en el proceso de mejoramiento en los campos de los agricultores. En ese sentido, se ha visualizado el mejoramiento vegetal como un proceso que incluye: inteligencia de mercado, diseño de productos, material genético base, metodología de mejoramiento, evaluación y entrega de productos. Todo este proceso está controlado por una estrategia de mejoramiento continuo con entregables claros y medibles anualmente. El mejoramiento continuo está enfocado en entender mejor los mercados, actualizar perfiles de productos, selección genómica recurrente, optimización de esquemas de mejoramiento (DH + predicción genómica), reciclaje de líneas independiente del desarrollo de producto, mecanización, digitalización y automatización, diseño de experimentos avanzado y reemplazo varietal adecuado. El reto siempre está en mantener la oferta tecnológica y su implementación en programas públicos de mejoramiento genético. El proceso de anuncio y de acceso a los híbridos se ha hecho más transparente a través de la plataforma digital. Al momento, el catálogo de productos incluye 26 (14 blancos y 12 amarillos) híbridos tropicales. Desde el 2021, 20 híbridos han sido adjudicados para comercialización a 21 empresas semilleras y 2 programas nacionales en 11 países en la región. Por otro lado, variedades han sido liberadas en Panamá (1), Colombia (1), Honduras (1) y Nicaragua (3). El programa de maíz del CIMMYT ha demostrado ser dinámico ante las nuevas amenazas como la mancha de asfalto y el cambio climático.

Palabras clave: mejoramiento genético, maíz tropical, híbridos, ganancia genética, cambio climático, selección genómica.

Maíz y productividad: factores de riesgo que inciden en la producción del maíz y alternativas tecnológicas para mejorar la productividad en Centro América y el Caribe

Mario Roberto Fuentes L.

Investigación y desarrollo en semillas de maíz. Guatemala

**Autor para correspondencia, e-mail: mrfuentesl@yahoo.es*

RESUMEN

Se presentan resultados y análisis de la producción de maíz con productores de temporal o seco ubicados en segmentos de media a alta tecnología en áreas de producción comercial ubicadas entre 0 y 1400 msnm de Guatemala y Honduras. Este segmento de producción es excedentario y realiza la producción para atender al mercado local y la agroindustria que requiere el cumplimiento de elementos mínimos de calidad e inocuidad. Para el caso de Honduras, este segmento utiliza semillas convencionales y con eventos de biotecnología. Los principales factores de riesgo de mayor incidencia para este segmento de productores, se relaciona con la variabilidad climática, agronómica, calidad e inocuidad que inciden en el nivel de productividad. En los últimos cinco años, la alta variabilidad climática referida a la presencia de altas temperaturas en periodos críticos de la fenología del cultivo, estrés de humedad en floración, llenado de grano y exceso de precipitación al momento de la cosecha, provocan impactos negativos en el nivel de producción y calidad del grano superior al 50%. En relación a factores de riesgo de tipo agronómico y la protección reviste vital importancia la correcta identificación del genotipo de semilla híbrida a utilizar en la producción, calidad de la siembra, eficiencia de la plantabilidad, protección a la infestación de plagas insectiles con prioridad a *Dalbulus maidis*, enfermedades foliares y la alta incidencia de grano enfermo con severa afectación a la calidad del grano por la presencia de micotoxinas. Cada una de estas variables tienen diferente grado de impacto en la producción, pero en su conjunto pueden afectar significativamente a la productividad. La integración de prácticas, momento y uso de tecnologías, procesos de capacitación, nivel de asociatividad de productores entre otras, han contribuido a que los productores ubicados en este segmento puedan mejorar el nivel de productividad y calidad del grano, constituyendo una actividad productiva rentable.

Palabras clave: variabilidad climática, producción, semilla híbrida, semilla convencional.

Medidas de adaptación en la producción de maíz (*Zea mays*) ante cambios del clima en los valles de Bolivia

Juan Carlos Quispe²; Walquer Arandia^{1*}; Nelson Tapia²; Benigno Lopez²

¹ Fundación Simón I. Patiño (FUSIP)

² Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias-Universidad Mayor de San Simón (UMSS)

*Autor para correspondencia, e-mail: luiswalquer@gmail.com; l.arandia@patino.org

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se planteó estudiar los cambios en el clima, los efectos y las medidas de adaptación en la producción de maíz (*Zea mays*) en la Central Villa Granado del Municipio de Aiquile del Departamento de Cochabamba. La metodología utilizada es de tipo cuali-cuantitativo descriptivo participativo, las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron las entrevistas semiestructuradas, observación directa, análisis de datos meteorológicos y la sistematización de experiencias. Entre los resultados se encontró que los principales cambios en el clima son la disminución en la cantidad de lluvias y el acortamiento del periodo de las lluvias, las elevadas temperaturas junto a periodos de sequías. Por otra parte, los efectos adversos como heladas, granizadas y sequías ocurren con mayor frecuencia y en épocas no habituales. Según datos meteorológicos analizados, la temperatura está incrementándose paulatinamente cada año que pasa, mientras que las precipitaciones están disminuyendo, en las medidas de adaptación es la siembra tardías y variedades de ciclo corto, el uso de fertilización orgánica y convencional, control de plagas, finalmente la inversión en reservorios para riego suplementarios.

Palabras clave: sistema de producción de maíz, cambio climático, medidas de adaptación, Departamento Cochabamba.

Estrategias y tecnologías para masificar el maíz biofortificado

Curt Bowen^{1}, Enrique Kreff¹, Manolo Mazariegos²*

¹ *Asociación Semilla Nueva, Guatemala, Guatemala.*

² *Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala*

**Autor para correspondencia, e-mail: Curtbowen@semillanueva.org.com*

RESUMEN

El maíz biofortificado tiene un alto potencial para mejorar la ingesta nutricional de zinc, hierro y proteína de alta calidad, pero su adopción a nivel global ha sido baja. La Asociación Semilla Nueva, en colaboración con varios aliados, ha logrado la mayor adopción mundial de esta clase de semilla biofortificada en Guatemala, con 24.000 productores utilizando la semilla en 2023, produciendo más del 2 % del maíz del país. En esta presentación, se compartirán nuevas estrategias que han hecho posibles estos resultados, incluyendo el uso de subsidios para empresas semilleras y un enfoque de mercadeo que resalta características agronómicas y precios en lugar de la nutrición. También se cubrirán los avances en proceso, tales como alianzas público-privadas para expandir el subsidio, proyectos piloto en El Salvador, nuevas metodologías de retrocruces y edición de genes para la creación de maíces biofortificados y estudios de impacto del maíz biofortificado en la salud, incluyendo estudios con nuevos biomarcadores de zinc.

Palabras clave: maíz biofortificado, maíz de alta calidad proteica (QPM), maíz alto en zinc, subsidios, cadena de semilla, biomarcadores de zinc, retrocruces, edición de genes.

Producción de huitlacoche (*Ustilago maydis*) en maíces nativos en la región Chuiautzingo, Puebla, México

Genaro Pérez Jiménez¹, Giovanna Ivette Fuentes Escobar², Eliseo García Pérez³, Hugo Rafael Benítez Ramírez³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental San Martinito-Puebla, México

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Edo de México, México

³Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, Campus Chuiautzingo, Puebla, México.

*Autor de Correspondencia, e-mail: perez.genaro@inifap.gob.mx

RESUMEN

El huitlacoche o cuitlacoche es el nombre coloquial en México para nombrar al carbón de la mazorca, infección dada por el hongo *Ustilago maydis*, que de manera natural aparece dentro de las parcelas en épocas de lluvias y en etapa de jilote en solo el uno por ciento de la población. Es un bocado endémico con alta apreciación por sus propiedades nutraceuticas y de alta demanda mercantil. Sin embargo, intensificar su producción es una alternativa rentable de valor agregado a los maíces nativos. El objetivo fue evaluar dos selecciones identificadas como susceptibles y un híbrido ante la inoculación de esporidias de una cepa de *U. maydis* calculando el rendimiento en fresco de agallas en situaciones de temporal. Las esporidias tuvieron una concentración de 10^9 UFC L⁻¹. Los materiales criollos correspondieron a la raza chalqueño uno blanco y otro azul, y un híbrido comercial, la densidad de siembra fue de 20.000 plantas por hectárea. Al momento de formación de jilote cuando los pistilos mostraban una exposición de 10 -15 cm de longitud se inocularon por inyección 0.5 mL en dos puntos equidistantes. Cada semana se realizó un muestreo para verificar el desarrollo de la infección y cuantificar la ganancia de las agallas. Se evaluó el rendimiento al desgrane de las mazorcas y el desarrollo de la infección por tiempo en condiciones de sequía. Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados, mostrando que el genotipo azul fue susceptible a la infección en un 90 %, mientras que el blanco criollo fue del 70 % y el híbrido del 82 %, respectivamente. El proceso de infección fue tardío y en el rendimiento variado en los tres genotipos, el mayor rendimiento fue en criollo blanco con una media de 234 g mazorca⁻¹. Por la densidad sometida y las condiciones de temporal, se recomienda implementar la inoculación de huitlacoche en maíz criollo blanco para la región de Chuiautzingo, Puebla México, como alternativa de valor agregado a productores.

Palabras clave: cuitlacoche, esporidias, maíces criollos, raza chalqueño.

Impacto del uso de acolchado plástico en la producción y rentabilidad de variedades de maíz en la Sierra del Ecuador

Carlos A. Sangoquiza-Caiza^{1*}, José L. Zambrano-Mendoza¹, Cristian R. Subía-García¹, Marcelo Racines¹, Victoria López¹, Ana Pincay², Chang H. Park²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Mejía, Ecuador.

²Korea Program on International Agriculture (KOPIA), Mejía, Ecuador.

Autor para correspondencia: carlos.sangoquiza@iniap.gob.ec

RESUMEN

La aplicación de los acolchados en el suelo como alternativa de los sistemas agrícolas ha adquirido una gran importancia en estos últimos años. El acolchado en la agricultura es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo de malezas y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos, además de un ahorro significativo de agua y mano de obra, factores que cada vez son más escasos y costosos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del sistema de siembra en acolchado plástico sobre el comportamiento agronómico y rentabilidad en cuatro variedades maíz de diferentes tipos de grano: INIAP-101 (blanco harinoso), INIAP-122 (amarillo harinoso), INIAP-193 (negro harinoso) e INIAP-199 (chulpi-dulce). Para el efecto, se implantaron cuatro experimentos independientes con un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. En los cuatro experimentos se aplicaron dos tratamientos: T1, acolchado plástico y T2, manejo convencional (sin acolchado). El sistema de acolchado plástico aumentó el rendimiento promedio en 85 % en comparación con el manejo convencional, pasando de 2,91 t ha⁻¹ a 4,95 t ha⁻¹. El análisis económico demostró que el costo de producción total promedio de las cuatro variedades en el sistema convencional (control) fue de 1835,21 USD ha⁻¹, mientras que en el sistema de acolchado plástico fue de 2618,59 USD ha⁻¹, lo que representa un incremento del 47,82 %. Tanto el ingreso neto como la rentabilidad simple fueron positivos en todos los casos, siendo mayores en los sistemas con acolchado. La relación beneficio costo (B/C) promedio en el sistema control fue de 2,14 y en el sistema con acolchado de 2,55. El costo unitario de producción en el sistema control tuvo un promedio de 0,77 USD kg⁻¹, mientras que en el sistema acolchado fue de 0,67 USD kg⁻¹, debido a las mayores tasas de multiplicación, que en promedio fueron de 164,92 kg con el sistema acolchado y de 94,58 kg en el sistema control.

Palabras clave: acolchado plástico, beneficio costo, resiliencia, cambio climático, variedades, rendimiento, tecnología.

Herramientas estadísticas para la evaluación y selección de genotipos a través de múltiples ambientes y años

Román Gordón-Mendoza

Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Los Santos, Panamá

Autor para correspondencia: e-mail: gordon.roman@gmail.com

RESUMEN

En los Programas de Mejoramiento es conveniente explorar la mayor proporción de la variabilidad ambiental para aprovechar la máxima expresión del potencial de productividad de los cultivares evaluados. Este objetivo se logra aumentando el número de sitios de evaluación, evaluando diferentes épocas y años, de tal forma que se expongan a las distintas condiciones ambientales prevalecientes en las zonas de producción, sobre todo en el trópico que las condiciones son muy variables. Para el análisis de esta información, se cuenta con un conjunto de herramientas estadísticas que permiten realizar de manera no sesgada el análisis, de forma que se pueda seleccionar los genotipos superiores del grupo que se está evaluando. La evaluación en ambientes contrastantes representa un reto para los fitomejoradores. En esta situación, es obligatorio evaluar los efectos de genotipo (G), ambiente (A) y su interacción (GxA) e involucra conceptos de repetitividad, estabilidad y adaptabilidad. En la actualidad existen modelos estadísticos robustos que son herramientas indispensables en la toma de decisiones al momento de liberar nuevos cultivares, que garanticen que los mismos sean iguales o superiores a los usados en la actualidad. La repetitividad se define como la fracción de la varianza total del carácter, que se debe a las diferencias permanentes entre los individuos y al igual que la heredabilidad (H), puede tomar valores entre 0 y 1. Cuando $H = 1$ significa que las diferencias observadas entre las medias genotípicas del ensayo son debido al efecto genético; mientras que $H = 0$ indica que las diferencias observadas son debido al error aleatorio o experimental. Para la interpretación de la interacción GxA está el modelo AMMI, que combina el análisis de regresión lineal con el análisis por componentes principales. Por otro lado, el modelo Biplot GGE-SReg es una herramienta que ha incrementado su popularidad entre los fitomejoradores y otros investigadores agrícolas por la versatilidad y facilidad de interpretación de sus figuras. El análisis de conglomerado mediante el método de Ward es una técnica multivariada, que busca agrupar localidades o variables, y trata de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos. El análisis de confiabilidad o respuesta normalizada, basado en las diferencias de rendimientos de los cultivares respecto a un testigo adaptado a la región, permite conocer la probabilidad normalizada de las veces que el nuevo cultivar supera al testigo.

Palabras claves: Biplot GGE-SReg, análisis de confiabilidad, repetitividad, conglomerado de Ward, confiabilidad de la respuesta normalizada.

Maíces con alto contenido de antocianina, biofortificados con zinc, provitamina A y de alta calidad de proteína en Perú

*Luis A. Narro León¹, Alexander Chávez Cabrera*², Peter C. Piña Díaz², Fernando Escobal Valencia², Alicia E. Medina Hoyos², Teodoro P. Narro León², Roberto Alvarado Rodríguez², Kryss A. Vargas Gutiérrez², Fabian C. Velásquez Leveaú², Mercedes Escalante Vega¹, Gilberto A. García Pando¹, Pedro Carrillo Zavala¹, Raihil Rengifo Sánchez¹, Elizabeth Ricse Belen¹, Demetrio Flores Mendoza³, Willian M. Huamanchay Rodríguez³, Ronal Otiniano Villanueva³*

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Perú

³ Asociación Pataz, La Libertad, Perú

*Autor para Correspondencia, e-mail: achavez@inia.gob.pe

RESUMEN

Más de 2000 millones de personas en el mundo padecen “hambre oculta” por insuficiencia de minerales y/o vitaminas en la dieta diaria; la situación del hambre en Perú pasó de 17,7 a 19,6 puntos de 2021 a 2022. La biofortificación de cultivos surgió como una iniciativa para ayudar a solucionar este problema mediante la producción de plantas con mayor contenido de zinc (Zn), hierro (Fe) y provitamina A (ProA) en el grano utilizando métodos de mejoramiento convencional (no transgénicos). Los resultados obtenidos en el Perú nos muestran que existen híbridos de maíz biofortificado, con alto contenido de Zn y ProA, y con muy buen potencial de rendimiento. Para el caso de maíz morado, con alto contenido de antocianinas, un fitoquímico que tiene efectos beneficiosos para la salud de las personas, se está estudiando la adaptación de las variedades en todo el país tanto para rendimiento de grano como contenido de antocianinas. Resultados preliminares indican que hay claras diferencias entre variedades tanto para rendimiento, como contenido de antocianinas en la coronta, brácteas y grano. La producción de maíz morado se ha cuadruplicado en los últimos 20 años tanto por el mayor consumo interno como por el incremento en las exportaciones. Sin embargo, su contribución al Producto Bruto Interno (PBI) es muy baja, menor al 1 %, lo que es un reto y una oportunidad para desarrollar y transferir tecnología para incrementar la producción y vincular al productor de maíz morado con el consumidor. En el caso de maíz de alta calidad de proteína (QPM) se ha liberado en el Perú un híbrido simple QPM de color amarillo intenso, con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación que debería ser promovido. Los gobiernos de varios países de América Latina cuentan con programas sociales que promueven la compra y consumo de alimentos para poblaciones en riesgo, por lo tanto, es posible comprar directamente a los agricultores los alimentos biofortificados que produzcan para destinarlos a programas sociales.

Palabras clave: maíz morado, desnutrición, biofortificación, calidad de proteína, QPM.

Desarrollo del biofertilizante “Fertibacter” para el cultivo de maíz en la Sierra ecuatoriana: una historia de éxito en la agricultura sostenible

Ana Pincay^{1*}, José L. Zambrano², Cristian Subía², Carlos Sangoquiza^{2*}, Chan H. Park¹

¹Korea Program on International Agriculture (KOPIA), Mejía, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa de Maíz. Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

*Autor para Correspondencia, e-mail: anapincay3475@gmail.com; carlos.sangoquiza@iniap.gob.ec

RESUMEN

En la Sierra del Ecuador, el cultivo de maíz es esencial para la seguridad alimentaria y el sustento de las comunidades locales. En 2022, se sembraron 57.279 hectáreas de maíz suave, con un rendimiento de 3,23 t ha⁻¹ en choclo. Sin embargo, la intensificación agrícola, caracterizada por el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes químicos ha generado graves problemas en el suelo, como la compactación, la disminución de microorganismos beneficiosos y la escasez de nutrientes. Para mitigar estos impactos ambientales, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina, con el apoyo de proyectos PROMSA, SENESCYT y KOPIA, desarrolló un biofertilizante formulado a base de microorganismos promotores de crecimiento asociados a la rizósfera del maíz de la Sierra. La investigación inició en el 2004, con el aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno de varias provincias de la región, estas bacterias fueron sometidas a pruebas de laboratorio, invernadero y campo, para seleccionar las cepas con mayor potencial para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo. En el 2010 se evaluaron varios soportes sólidos (turba, zeolita y alginato de sodio) y líquidos (melaza, caldo nutritivo y medio NFB) para la formulación del biofertilizante, los resultados mostraron que la melaza fue el soporte más efectivo para mantener la viabilidad de los microorganismos. Posteriormente, en 2014, se realizó una nueva colecta de rizósfera de maíz, aislando bacterias solubilizadoras de fósforo, que fueron exhaustivamente evaluadas para desarrollar el biofertilizante denominado “Fertibacter”. Estudios en campo han demostrado que la inoculación del biofertilizante en las semillas de maíz, combinada con una reducción del 50% en la fertilización química convencional incrementó el contenido de nitrógeno y fósforo foliar en un 10 % y 12 %, respectivamente en comparación con el testigo (fertilización química al 100%), lo que resultó en un aumento significativo en el rendimiento y calidad del maíz cosechado. En el 2021 con el proyecto KOPIA las cepas fueron identificadas molecularmente como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*. Durante los últimos seis años, Fertibacter ha sido evaluado en varias localidades de las diez provincias de la Sierra ecuatoriana, mostrando un incremento del rendimiento en promedio del 30 %, una reducción del 21% en costos de producción y del 50 % en el uso de fertilizantes químicos, en comparación con las prácticas agrícolas convencionales. Este bioinsumo no solo mejora la productividad del maíz, sino que también contribuye a la preservación de la salud del suelo y al bienestar de los agricultores, promoviendo un enfoque más holístico y equilibrado en la producción agrícola de la región. Gracias a los resultados positivos y el apoyo de KOPIA y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en 2022 se sembraron 82 hectáreas de maíz utilizando Fertibacter, aumentando a 105 hectáreas en 2023. Actualmente el producto está a disposición de empresas formuladoras de bioinsumos para escalar y masificar el uso en maíz y en otros cultivos. Este biofertilizante ejemplifica la importancia de la investigación científica enfocada en las necesidades locales y la colaboración comunitaria para el desarrollo sostenible de la agricultura de la Sierra ecuatoriana.

Palabras clave: biofertilizante, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, maíz suave.

Características nutricionales del maíz y su efecto en el desempeño productivo de ovinos en pastoreo para la región Caribe Colombiana

Emiro Suarez Paternina¹, Liliana Atencio Solano^{1}, Jose Jaime Tapia Coronado¹, Sergio Mejía Kerguelén¹, Yacerney Paternina²*

¹*Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Turipaná, Córdoba, Colombia*

²*AGROSAVIA. Profesional de apoyo. Centro de Investigación Turipaná, Córdoba, Colombia.*

**Autor para Correspondencia, e-mail: latencio@agrosavia.co*

RESUMEN

En la región Caribe los ovinos se alimentan principalmente de gramíneas naturalizadas, leguminosas nativas y arbustos forrajeros; cuya oferta y calidad nutricional disminuyen considerablemente durante la época seca, afectando el desempeño animal y la rentabilidad económica de esta actividad. El objetivo de esta investigación fue valorar las características nutricionales que tiene la planta de maíz y su efecto en el desempeño productivo de ovinos en pastoreo. El trabajo se desarrolló en la Sede El Carmen de Bolívar de Agrosavia. Los tratamientos correspondieron a dos dietas: (T1) mezcla de ensilaje de maíz + ensilaje de yuca forrajera y (T2) ensilaje de maíz. Se suplementaron seis corderos criollos por cada tratamiento, suministrando el 1 % en base seca de acuerdo con el peso vivo, 8 horas después del pastoreo de *Megathyrus maximus* cv. Agrosavia Sabanera. Se determinó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad (DIG) y nutrientes digestibles totales (NDT); además de ganancia de peso total (GDPT) y ganancia diaria (GDP). Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias Tukey $p < 0,05$, empleando el software estadístico InfoStat®. El tratamiento T1 presentó MS 29,9%, PC 14,25%, FDN 46,65, FDA 23,53, DIG 73,15% y NDT 66,2%, mientras que, T2, MS 27,6%, PC 18,0%, FDN 38,16, FDA 22,16, DIG 67,7% y NDT 62,0%. La mayor GDPT y GDP fue observada en T1, con 3,37 kg y 0,079 kg d⁻¹, respectivamente, contrastando ($p < 0,05$) con T2, que presentó 2,45 kg y 0,058 kg d⁻¹. La suplementación estratégica con ensilaje de maíz y de yuca incrementa las ganancias de peso y mantiene la condición corporal de los animales durante los periodos críticos.

Palabras clave: forraje, ensilaje, ganancia de peso, alimentación animal, maíz.

Diagnóstico de la chicharrita (*Dalbulus maidis*) en zonas productoras de maíz en Guatemala

Astrid J. Racancoj^{1*}, Glenda E. Pérez¹, Cesar G. Torres¹, Luz D. Montejo¹

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Guatemala.

*Autor para correspondencia, e-mail: astrid.racancoj@icta.gob.gt

RESUMEN

El complejo del achaparramiento del maíz (CAM) es una de las enfermedades que puede causar pérdidas del 100 % en el rendimiento del cultivo, siendo la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) el agente transmisor de los patógenos asociados a esta enfermedad (el virus del rayado fino, el fitoplasma del achaparramiento y el espiroplasma del achaparramiento). En Guatemala, el CAM ha predominado en zonas de la Costa Sur, caracterizadas por presentar altas temperaturas de 27 a 30 ° C. Sin embargo, al ser *D. maidis* un insecto especialista en el género *Zea*, tiene una relación coevolutiva extendida con el maíz, y podría colonizar en diversidad de condiciones agroclimáticas. Por ello, durante el segundo semestre del 2022 se realizó el diagnóstico de la distribución y el nivel poblacional de *D. maidis* en zonas productoras de maíz de diferentes localidades del Norte, Oriente, Altiplano Central y Costa Sur de Guatemala. Así mismo, se determinó la incidencia de los síntomas asociados al CAM. El diagnóstico, se desarrolló bajo un diseño de investigación no experimental, descriptivo, bajo un enfoque observacional en donde se visitaron 40 parcelas de maíz. Durante la fase vegetativa de las plantas (V1 –V3) se evaluó el nivel poblacional de *D. maidis*. La evaluación de incidencia de los síntomas asociados al CAM se realizó durante la fase reproductiva. Se identificó la presencia de *D. maidis* en zonas del Norte (Alta Verapaz y Baja Verapaz), Oriente (Zacapa), Altiplano Central (Chimaltenango) y Costa Sur (Suchitepéquez y Escuintla). El mayor nivel poblacional se reporta en la Costa Sur (7 insectos por planta), la incidencia de los síntomas del CAM osciló entre 28 y 88%. En el Norte, el mayor nivel poblacional se presentó en San Jerónimo, Baja Verapaz (5 insectos por planta) en donde se presentó una incidencia de síntomas del CAM entre el 11 y 58 %. Con el diagnóstico realizado se demuestra que la chicharrita del maíz está presente en diversas condiciones agroclimáticas; si bien, el nivel poblacional difiere, los síntomas asociados al CAM pueden generar un efecto negativo sobre rendimiento del cultivo.

Palabras clave: complejo del achaparramiento, chicharrita del maíz, nivel poblacional, incidencia.

Investigación en la producción de semilla híbrida de maíz

Alberto Chassaigne Ricciulli

*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Programa Global de Maíz,
Texcoco, México*

**Autor para correspondencia, e-mail: e-mail: a.chassaigne@cgiar.org*

RESUMEN

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha desarrollado y compartido con éxito híbridos de maíz y sus parentales desde hace varias décadas en Latinoamérica. Con el inicio del Programa MasAgro en México en el 2012, se incorporaron especialistas en sistemas de semillas para trabajar conjuntamente con los mejoradores genéticos en la producción de semilla parental e híbrida, para su distribución oportuna con adecuada calidad y cantidad, caracterización y registro con fines de comercialización, capacitación a usuarios del sector público y privado y en la investigación en la producción de la semilla híbrida. Desde el 2019, para que los híbridos de maíz de CIMMYT puedan ser liberados públicamente, no sólo deben ser agrónomicamente competitivos para satisfacer las exigencias de los productores de grano y consumidores, también los progenitores deben cumplir con requisitos que hagan factible la producción de su semilla. El análisis de los resultados de la investigación en la producción de semilla híbrida permite, en el caso de híbridos de cruza simple, recomendar líneas con las mejores características para ser calificadas como machos que aportarán el polen y las recomendadas como hembras, que recibirán el polen y en donde se formará la semilla híbrida. Además, para cualquier tipo de híbrido, se establece si ambos padres se pueden sembrar simultáneamente o requieren de un espaciamiento en el tiempo de siembra para que coincida la floración, así como el rendimiento en semilla según las formas y tamaños esperados. También se pueden hacer investigaciones en el efecto que causa en los progenitores nuevos agroquímicos, hormonas y manejos agronómicos como la profundidad de siembra, frecuencia de riego y fechas de siembra. Se recomienda, hacer los ensayos en las épocas y zonas de producción de semilla que las instituciones y empresas tengan prevista hacer las producciones comerciales.

Palabras clave: producción de semilla, semilla, semilla híbrida, MasAgro.

Presentación de Posters

Rematriación de semilla de maíces nativos y criollos al resguardo Kamëntsá Biyá – Valle del Sibundoy Putumayo Colombia

*Karen V. Osorio¹, Luis F. Rincon M.¹, Manuel A. Guzman¹, John F. Hernández N.¹, Julio Ramírez
D¹, Luisa F. Sarmiento M.^{1*}*

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Bogotá, Colombia

Autor para correspondencia: email: lsarmiento@agrosavia.co

RESUMEN

Las semillas nativas y criollas son de gran importancia para la sociedad colombiana y en especial para los pueblos indígenas. En el departamento de Putumayo en el municipio de Sibundoy se asienta el Resguardo Kamëntsá Biyá el cual hace parte uno de los 115 pueblos indígenas de Colombia. Un pueblo agricultor principalmente de especies como el maíz, frijol, papa, arracacha, cucurbitáceas, hortalizas entre otras, las cuales poseen gran valor en lo ancestral y colectivo. Las semillas no solo son vitales para su seguridad alimentaria y nutricional sino también en la espiritualidad, salud, cultura reflejando su cosmovisión. En la actualidad las comunidades indígenas enfrentan desafíos en relación con el acceso a las semillas nativas y criollas, dado que algunos de estos materiales son escasos o casi perdidos por varias razones entre esas el cambio climático. En Colombia los bancos de germoplasma para la alimentación y la agricultura – BGAA son administrados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, los cuales conservan gran parte de la diversidad genética vegetal, animal y de microorganismos. Teniendo en cuenta lo anterior, el Resguardo identificó 10 variedades de maíz que se encontraban en riesgo de pérdida, para lo cual AGROSAVIA, ofreció la rematriación de estas variedades de maíz. La rematriación se define como el retorno consciente y respetuoso de semillas nativas y criollas a las comunidades indígenas de las cuales provienen. A partir de esta se reconoce el valor intrínseco de las semillas y la importancia de mantener vivas las prácticas agrícolas y culturales asociadas. Se fundamenta en la comprensión y el respeto cultural, la participación comunitaria continua, la restitución y el fortalecimiento de los sistemas propios.

Palabras clave: maíz, rematriación, semillas, diversidad, étnicos.

Implementación de un modelo productivo intercultural de semilla de maíz (*Zea mays* L.) regional mediante la recuperación de conocimientos ancestrales y la sostenibilidad alimentaria en el municipio de Lloró en el departamento de Chocó – Colombia

Karen Osorio Guerrero^{*1}, *Gustavo Rodríguez Yzquierdo*, *Jesús Rivera Avilez*, *Sair Jaramillo Bonilla* y *Paula Aguilar Aguilar*

¹ *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, Sede Central, Mosquera, Cundinamarca, Colombia.*

² *AGROSAVIA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia.*

**Autor para correspondencia, e-mail: kosorio@agrosavia.co*

RESUMEN

El municipio de Lloró ubicado en el Chocó biogeográfico se caracteriza por ser el municipio donde más llueve en Colombia y algunos indican que en el mundo, lo que le concede la particularidad de gran fertilidad en sus suelos. La mayor proporción de la población se reconoce como afrocolombiano y su economía está basada en la agricultura, la explotación forestal y la minería, de donde la mayoría de la población en los últimos años deriva su sustento diario. Hasta hace algunos años estas actividades se desarrollaban de manera artesanal. Sin embargo, en el caso de la minería ha migrado la explotación del recurso a gran escala con maquinaria pesada, prácticas extractivas de alto impacto y contaminantes que ha generado deforestación en bosques y suelos cultivables, además de contribuir a la inseguridad alimentaria debido a la pérdida de la agrobiodiversidad local, dependencia de semilla foránea y riesgo de pérdida de identidad cultural, lo cual pone en riesgo los saberes ancestrales en relación con la tradición agrícola. Durante la intervención, se realizó un trabajo transversal entre la comunidad quienes delegaron sabedores locales para la articulación con la institucionalidad. Para este trabajo se propuso la implementación de un modelo productivo intercultural de maíz regional establecido en 2500 m² que incluyó un proceso de recuperación de saberes ancestrales a través del reconocimiento de las prácticas tradicionales para la producción, una tipificación local y la propuesta de la inclusión de los desarrollos tecnológicos actuales en pro de mejorar los procesos de conservación y producción de semilla de maíz. Se integraron los saberes ancestrales y el conocimiento en la producción de semillas de calidad obtenido a través de investigación por AGROSAVIA. Para el proceso de producción de semilla, un total de 20 familias fueron beneficiadas del proceso, en el cual se integró el material vegetal regional a un esquema de mejoramiento participativo a través de un método de selección y producción de semilla visual estratificado, dando énfasis a la compatibilidad de investigación para conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos nativos de maíz, con atención particular a las necesidades y decisiones de los productores sobre sus recursos locales. Se realizó la planificación local participativa seguido de la capacitación por talleres en parcelas demostrativas a la par del desarrollo y ejecución de un esquema de mejora genética con productores, fortaleciendo así las habilidades en torno a la producción de semilla para autoabastecimiento local.

Palabras Claves: mejoramiento participativo, maíz, saberes ancestrales, Chocó, semilla.

Mantenimiento de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) Marginal 28T en lotes aislados de cruzamiento de familias de medios hermanos, mazorca por surco

Percy Díaz-Chuquizuta^{1}; Edison Hidalgo-Melendez²; Teófilo Wladimir Jara-Calvo³*

¹ *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Pucallpa. Pucallpa, Perú*

² *INIA. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. San Martín, Perú.*

³ *INIA. Estación Experimental Agraria Andenes, Cusco, Perú*

**Autor para correspondencia, e-mail: pdiazch@inia.gob.pe*

RESUMEN

En maíz, la contaminación genética y la endogamia ocasionan la pérdida de la identidad varietal de una variedad de polinización libre, siendo importante su mantenimiento mediante procedimientos adecuados. El objetivo fue evaluar el efecto a través de años del mantenimiento de la variedad de maíz Marginal 28T en lotes aislados de cruzamiento de familias de medios hermanos, mazorca por surco. En el mantenimiento de la identidad varietal de esta variedad, lanzada en 1984, se analizó el comportamiento de 300 familias en dos periodos de selección (1996-2000 y 2018-2022), mediante pruebas no paramétricas. Los resultados revelaron diferencia significativa en el rendimiento de semilla entre periodos de selección, destacando el periodo 2018-2022. No hubo diferencias significativas en el rendimiento de semilla en los experimentos de comparación del mismo periodo. La selección de familias superiores mejoró significativamente la productividad y ligeramente en algunas características varietales de Marginal 28T a través de los años desde su lanzamiento comercial.

Palabras claves: semillas, producción de semilla, variedades mejoradas, selección.

Caracterización fenotípica de accesiones de maíz reventón (*Zea mays* L. var. *Everta*) de libre polinización colectadas de parcelas de agricultores del valle de Huánuco, Perú

Severo Ignacio-Cárdenas¹, María de los Ángeles Tarazona-Morales¹, Fernando J. Gonzales-Pariona¹

¹ Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Facultad de Ciencias Agrarias. Pillco Marca, Huánuco, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: signacio@unheval.edu.pe

RESUMEN

En este trabajo se reporta un análisis sobre el comportamiento fenotípico de los caracteres de 64 accesiones de maíz reventón o palomero (*Zea mays* L. var. *Everta*), cultivadas y producidas en una parcela demostrativa ubicada en el distrito de Chinchao, provincia de Huánuco en Perú. El fenotipado de las accesiones colectadas de parcelas de agricultores conservacionistas de tres provincias del valle de Huánuco se realizó con base a 26 descriptores estándares (20 cuantitativos y seis cualitativos) de planta, hoja, inflorescencias, mazorca y granos. Se caracterizó 2022 plantas que cumplieron los requisitos del ideotipo de planta de maíz reventón, de una población de estudio de 2880, descartándose las plantas segregantes, tales como plantas con entrenudos cortos, falta de desarrollo de inflorescencia femenina o masculina, etc. Los datos fueron medidos utilizando materiales y equipos o a través de observaciones basados en protocolos estándares y luego fueron organizados en una matriz de Excel para su análisis. El análisis de los datos se realizó mediante métodos de estadística multivariada, como el análisis de conglomerados y componentes principales utilizando los paquetes especializados de RStudio. Se identificaron dos grupos fenotípicos diferentes, pero que conservan la variabilidad fenotípica al interior de cada grupo. El primer grupo que conserva rasgos del ideotipo de maíz reventón y un segundo grupo que presentan rasgos de maíz reventón y rasgos del amiláceo. Los caracteres más discriminantes fueron de mazorca y semilla (peso de mazorca, peso de semilla, poder germinativo de la semilla y valor agrícola de la semilla), también se evidenció la presencia de rasgos correlacionados. Estos caracteres son importantes para el mejoramiento genético del maíz reventón por volumen de expansión y el manejo del cultivo, material genético adaptado a las condiciones bioclimáticas de la región Huánuco, Perú, para lo cual es necesario complementar estudios sobre análisis de contenido de fitoquímicos de las semillas de las accesiones según morfotipo y complementar el estudio de diversidad genética mediante genotipado con herramientas de biología molecular.

Palabras clave: accesión, grupo fenotípico, maíz reventón, palomero, canguil.

Comparativo de híbridos experimentales y variedades comerciales de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en condiciones de Loreto, Perú

Rodrigo Gonzales Vega^{1*}, Andrés Fernández Sandoval¹, Juan Rodrigo Baselly Villacorta¹ y Sergio Fernando Pinedo Freyre¹

¹Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental Agraria San Roque-Loreto, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: rgonzalesv@inia.gob.pe

RESUMEN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) es fuente principal para elaborar alimentos, por lo que se requiere generar híbridos y variedades con rendimientos superiores y buena adaptabilidad climática. El objetivo fue evaluar ocho cultivares de maíz amarillo duro: dos híbridos triples, un híbrido simple, cinco variedades comerciales en condiciones del Campo Experimental San Miguel, Loreto. El diseño experimental fue el Diseño de Bloque Completo al Azar con ocho tratamientos (entradas) y tres repeticiones. Los materiales se sembraron en parcelas de 4,80 m de largo y cuatro surcos por parcela; con un espaciamiento entre surcos de 0,80 m y 0,40 m entre golpes y 13 golpes por surco, sembrándose 3 semillas por golpe con una fertilización de NPK (92-46-60 kg ha⁻¹, respectivamente). Los mejores rendimientos en forraje, fue el híbrido HTE-4 y la variedad comercial Nutrimaíz con 4,93 t ha⁻¹ respectivamente. En los híbridos los mayores rendimientos de grano sin panca t ha⁻¹ se logró en el híbrido HTE-4 con 10,07 t ha⁻¹ seguido por el híbrido HTE-6 con 8,30 t ha⁻¹ respectivamente; para las variedades comerciales mostraron mayores rendimientos Marginal 28-T con 7,93 t ha⁻¹ e INIA 608 con 7,63 t ha⁻¹ respectivamente, y la de bajo rendimiento fue el INIA 602 con 3,30 t ha⁻¹.

Palabras clave: maíz amarillo duro, híbridos, variedades, rendimiento de grano.

Capacidad combinatoria de cruzamientos intervarietales de maíces amiláceos de la sierra peruana

Pedro J. García-Mendoza*¹, Iris B. Pérez-Almeida², Gino P. Prieto-Rosales¹, Luis A. Taramona-Ruiz³ y Carlos A. Marín-Rodríguez⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT), Facultad de Ingeniería, Proyecto de Investigación en Maíz, Tayacaja, Huancavelica, Perú

²Universidad ECOTEC, Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible, Samborondón, Ecuador

³Universidad Le Cordon Bleu, Facultad de Ciencias de los Alimentos, Lima, Perú

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Aragua, Venezuela

* Autor para correspondencia. E-mail: pedrogarcia@unat.edu.pe; pejogam@gmail.com

RESUMEN

El maíz amiláceo es el segundo cultivo de importancia económica en la sierra peruana. No obstante, los sistemas de producción en esta región del país se caracterizan por presentar bajos niveles de productividad, que se ubican en alrededor de un tercio del promedio a nivel nacional. Mejorar la productividad de este cultivo en esta región, implica trabajar en el área agronómica y genética. La generación de variedades mejoradas debe hacerse con el germoplasma disponible en la región, para asegurar de mantener los estándares requeridos por el consumidor en los diferentes usos que se le da al cultivo. Por ello, desde mediados de 2018, la UNAT comenzó a desarrollar un proyecto de investigación en maíz, que ha permitido a la fecha identificar las mejores variedades desde el punto de vista de maíces cancheros. Las 10 mejores variedades cancheras fueron entrecruzadas en un diseño dialélico, con el objetivo de determinar las capacidades combinatorias generales (CCG) y específicas (CCE) de las cruza intervarietales y el nivel de heterosis, con la finalidad de agrupar dichas variedades en grupos o compuestos (*pooles*) genéticos que puedan ser utilizados en trabajos de mejoramiento genético a mediano plazo con estos tipos de maíces. Los experimentos fueron conducidos en dos ambientes contrastantes en el ciclo del cultivo 2021 – 2022, bajo condiciones de riego complementario, utilizando un diseño alfa látice con 3 repeticiones. El análisis de varianza detectó diferencias significativas para el efecto de cruza vs padres para la mayoría de los caracteres de interés agronómico, incluyendo el rendimiento de grano. La CCG y CCE también resultaron altamente significativas, sugiriendo la posibilidad de encontrar desempeños superiores en los cruces comparados al observado en las variedades parentales. El nivel de heterosis entre las cruza intervarietales varió desde 0,37 % (1x9), hasta 111,70 % (7x8), lo cual sugiere la gran variabilidad genética presente entre los 10 genotipos estudiados y la posibilidad de identificar materiales apropiados para la generación de líneas de mediana endocria, que puedan ser utilizadas para la generación de variedades sintéticas, contribuyendo a mejorar los niveles de productividad promedio en los maíces amiláceos tipo cancheros.

Palabras claves: productividad, maíz canchero, cruza genética, dialelo, heterosis, híbridos.

Mejoramiento del material nativo de maíz Chazo (*Zea mays* L.) para la provincia de Tungurahua

Jorge Dobronski-Arcos¹ y Darío Barona²

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Querochaca, Cevallos, Ecuador.

²Ecuatoriana de Productos Químicos C.A., Quito, Ecuador.

* Autor para correspondencia, e-mail: je.dobronski@uta.edu.ec

RESUMEN

En Ecuador el maíz es un cultivo de gran importancia económica y social, que está presente en la alimentación humana y en la elaboración de alimentos balanceados de consumo animal. Este trabajo se basó en la generación y caracterización, con base en variables morfológicas y agronómicas, de un cultivar de maíz blanco amiláceo a partir de material nativo de los agricultores de la parroquia rural San José de Chazo del cantón Guano en la provincia de Chimborazo. El proceso se inició en 2016 con una selección masal positiva del material nativo Chazo, proveniente del campo de agricultores, y luego al ciclo inicial de selección recíproca recurrente realizando autocruzamientos y selección de plantas superiores para luego seleccionar progenies por surco y obtener así una población mejorada que se sembró en varios sectores de la provincia de Tungurahua entre las que se pueden citar: Huambalo, La Florida; Tisaleo, San Martín; alcanzando resultados positivos referentes a identificar áreas de producción, definiéndose las zonas bajo los 2900 msnm como las óptimas para este material. En 2019 se realizó una caracterización morfológica en la propiedad del Sr. César Obando Arequipa en la parroquia San Felipe, sector Zumbalica de la provincia de Cotopaxi con el uso de los descriptores sugeridos por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) entre los que se destacan altura de planta e inserción de mazorca, longitud, diámetro y peso de mazorca, desgrane, longitud y ancho del grano; y floración masculina y femenina destacándose su precocidad. En 2020 se realiza un estudio para determinar del ciclo del cultivo, en la parroquia Huachi La Magdalena, barrio Las Orquídeas, donde alcanza los 220 días con una etapa inicial de 18, desarrollo de 90, intermedia de 44 y la de maduración y cosecha de 68 días; complementando la información con los coeficientes de cultivo (K_c) y profundidad radical en cada etapa fenológica. En 2021 se ejecuta un ensayo para determinar la evaluar características agronómicas en las condiciones agroclimáticas de Cevallos ya con la participación de los técnicos del Programa de Maíz de la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con quienes se procede a seleccionar las mejores mazorcas para constituir el ensayo de medios hermanos que nos ha permitido validar el material con 159 familias en 2023 y 123 en 2024 generando un material élite que nos permita desarrollar una variedad mejorada.

Palabras clave: mejoramiento, material nativo, chazo, blanco amiláceo, descriptores.

Avances en mejoramiento genético para el desarrollo de nuevas variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para la Sierra del Ecuador

Cristian Subía^{*1}, José L. Zambrano¹, Carlos Sangoquiza¹, Ana Pincay², Chang H. Park², Doris Chalampunte³ y Jorge Dobronsky⁴

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Mejía, Ecuador.

² Korea Program on International Agriculture (KOPIA). Mejía, Ecuador.

³ Universidad Técnica del Norte (UTN). Chaltura, Ecuador.

⁴ Universidad Técnica de Ambato (UTA). Cevallos, Ecuador.

* Autor para correspondencia, e-mail: cristian.subia@iniap.gob.ec; jose.zambrano@iniap.gob.ec

RESUMEN

Por área sembrada, el maíz es el principal cultivo transitorio en la región Sierra con 65.198 ha en el 2023 distribuidas en todas las provincias de la Sierra. Su importancia radica también en que se lo consume de diferentes maneras y prácticamente es uno de los ingredientes comunes en la dieta diaria de la población. Los bajos rendimientos promedio registrados son de 3,41 t ha⁻¹ en tierno (choclo) y 1,11 t ha⁻¹ en grano seco, los que responden al uso de semilla de baja calidad, al uso de variedades tradicionales no mejoradas y a las pérdidas producidas por la afectación de factores bióticos y abióticos. Ante esta situación, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina de INIAP, con el apoyo de los proyectos KOPIA, FIASA y la participación de diferentes universidades realiza investigación en el desarrollo de nuevas tecnologías para el cultivo de maíz y mejoramiento genético de diferentes tipos de maíz. La última variedad liberada fue el INIAP-193 Crocantito que es un maíz dulce (Chulpi). Actualmente desarrolla nuevas variedades con en el objetivo de mejorar tres tipos de maíz que se cultivan en diferentes condiciones agroecológicas y culturales. Así en la zona norte junto con la Universidad Técnica del Norte se desarrolla una nueva variedad de maíz canguil (reventador) con la particular característica que es de grano color rojo. Esta variedad actualmente se encuentra en el cuarto ciclo de selección por Medios Hermanos. Para la zona centro sur, junto con la Universidad Técnica de Ambato, se han orientado los esfuerzos en la selección, purificación y mejoramiento de un maíz blanco con alto potencial productivo, identificado localmente como maíz “Chazo” y se encuentra también en evaluación el cuarto ciclo bajo la metodología de Medios Hermanos con un potencial productivo de grano seco superior a las 3 t ha⁻¹. A nivel de estación experimental, se está evaluando bajo invernadero y acolchado plástico el tercer ciclo de autopolinización de 141 materiales amarillo y blanco amiláceos provenientes de 12 cruzas de material élite de la costa (híbridos) y de la Sierra (variedades mejoradas), los que se están seleccionando por calidad de grano con el fin de obtener líneas puras para la producción de híbridos con alto potencial productivo. Se dispone de 20 cruzas (*top crosses*) que están en una primera evaluación en invernadero y serán evaluados en campo en el próximo ciclo, en condiciones agroecológicas propias de las zonas de interés de este tipo de maíz.

Palabras clave: maíz suave, mejoramiento genético, variedades, híbridos, líneas.

Avances del INIAP en mejoramiento genético para el desarrollo de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para la región Costa y Amazonía en el Ecuador

José L. Zambrano^{*1}, *Eddie Zambrano*², *Paúl Villavicencio*³, *Cristian Subía*¹

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. Mejía, Ecuador*

² *INIAP. Estación Experimental Portoviejo, Programa de Maíz. Portoviejo, Ecuador*

³ *INIAP - Estación Experimental Pichilingue, Programa de Maíz. Mocache, Ecuador*

Autor para correspondencia, email: jose.zambrano@iniap.gob.ec; eddie.zambrano@iniap.gob.ec

RESUMEN

En el año 2023 se reportaron 414.966 ha sembradas con maíz a nivel nacional en Ecuador, de las cuales el 84 % corresponde a maíz amarillo duro, que se cultiva principalmente en la región Costa y Amazonía y el 16 % corresponde a maíz cultivado en la región Sierra. El maíz es el principal cultivo transitorio por área sembrada en el país. La modernización agrícola ha permitido reducir significativamente las importaciones a nivel nacional, gracias a avances como la innovación genética y mejores prácticas de cultivo, incluyendo labranza, fertilización, control de plagas, riego, cosecha y post cosecha. El Programa de Maíz del INIAP genera híbridos y variedades de alto rendimiento adaptados a las diferentes condiciones agro climáticas de las zonas productoras de este cereal, con el objetivo de incrementar la productividad por unidad de superficie y mejorar la economía de los agricultores. En la Estación Experimental Portoviejo se trabaja con genética nacional y también con material genético proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), En esta estación se han liberado varios híbridos de maíz amarillo duro como (INIAP H-601, H-602, H-603) y la variedad de libre polinización de maíz blanco INIAP-543 de alta calidad de proteína (QPM) para consumo en fresco (choclo); además, investiga la diversidad genética del maíz criollo en el trópico ecuatoriano para conservar, estudiar y aprovechar su potencial nutricional, culinario y genético, de esta manera se amplía la base genética para el mejoramiento genético de maíz en Ecuador. A la fecha, se cuenta con híbridos promisorios con rendimiento superior a 8 t ha⁻¹ y una colección de 140 accesiones de maíz criollo recolectadas en las provincias costeras, desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm. En la Estación Experimental Tropical Pichilingue el Programa de Maíz trabaja en la purificación de las líneas progenitoras de los híbridos INIAP H-551, H553 y H554, debido a que presentan alta desuniformidad. Adicionalmente, se generan nuevas líneas con genética introducida de alto rendimiento, pero con susceptibilidad a enfermedades foliares y pudrición de mazorca, que se cruzan con líneas locales tolerantes a estas enfermedades con el fin de combinar las características deseables buscando obtener materiales que presenten alto rendimiento y tolerancia a las enfermedades. La evaluación de híbridos con fines de forraje es una de las nuevas líneas de acción debido a la alta demanda de alimento para ganado vacuno en el país. La producción de semilla en el INIAP es uno de los principales retos que enfrenta la institución debido a la reducción de su capacidad productiva y al deterioro de las líneas progenitoras. Para enfrentar esta situación se analiza el licenciamiento comercial de los híbridos generados y de los promisorios, que se espera estén disponibles para el año 2026.

Palabras clave: mejoramiento genético, variedades, híbridos, semillas, líneas.

Explorando la diversidad genética de maíces criollos andinos usando marcadores moleculares SSR

Iris B. Pérez-Almeida¹, *, Pedro J. García-Mendoza², Fernando D. Sánchez-Mora³, Luis Taramona-Ruiz⁴, Maribel Huatuco⁴.

¹Universidad ECOTEC, Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible, Samborondón, Ecuador.

²Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja "Daniel Hernández Morillo", Facultad de Ingeniería, Pampas, Perú

³Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, Lodana, Ecuador

⁴Universidad Le Cordon Bleu, Facultad de Ciencias de la Alimentación, Lima, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: iperez@ecotec.edu.ec

RESUMEN

Las variedades locales de maíz se caracterizan por su diversidad genética, adaptación local y estrecha asociación con agricultura tradicional; con un papel crucial en la seguridad alimentaria, especialmente para agricultores con recursos limitados. En este estudio se investigó la diversidad y relaciones genéticas de 24 poblaciones de maíces criollos de los Andes (Ecuador y Perú), utilizando 22 marcadores microsatélites. Con los datos de la genotipaje se obtuvo una matriz alélica por individuos y se calculó el número promedio de alelos por loci, el índice de diversidad de Shannon, alelos exclusivos, y la heterocigosidad observada. Se obtuvo una matriz binaria por cada marcador molecular y se realizó el análisis clúster (HCA), utilizando la distancia genética modificada de Rogers y el método de agrupamiento UPGMA. Las poblaciones 'Astilla Blanca-C' y 'Astilla Blanca-ST', registraron número promedio de alelos por locus con valores de 1,682 alelos, mayor diversidad genética ($I=0,450$) y mayor heterocigosidad observada ($h=0,323$). Mientras que la población 'Maíz Morado-Pi' registro menores valores en el promedio de alelos por locus (1,273 alelos), diversidad genética ($I=0,189$) y heterocigosidad observada ($h=0,136$). Solamente en el 33 % de las poblaciones evaluadas se reportaron alelos exclusivos, mostrando la importancia de estas poblaciones. En el dendrograma se formaron seis grupos bien definidos, conformados por: 'B73'; 'INIAP Híbrido 601'; 'Astilla Blanca-ST'; 'Choclero-601'; un quinto grupo conformado por 'Blanco cubano' y 'Rojo Sangre'; y un grupo compuesto por maíces criollos pertenecientes a diferentes razas de la Sierra, como San Gerónimo, Cusco, Chullpi, Piscorunto, Paru, y Kullu, lo cual se podría explicar por el flujo genético experimentado por estos materiales en la zona de estudio. El 'B73' se usó como material de referencia dándole solidez al dendrograma. El híbrido del INIAP es un material mejorado, razón por la cual se diferencia ampliamente del resto de genotipos. Las variedades criollas ecuatorianas 'Blanco cubano' y el 'Rojo Sangre' posiblemente se han cruzado en el pasado antes de establecerse en zonas aledañas. El 'Choclero 101' ha sido mejorado por INIA Cajamarca de Perú. 'Astilla Blanca ST' quedó separado del resto de variedades criollas peruanas, sugiriendo que no ha sido mezclado con las variedades restantes. Se obtuvo un coeficiente de correlación cofenética $r = 0,91$, exhibiendo alta bondad de ajuste para el análisis. Este estudio puede contribuir a entender la diversidad genética presente en los maíces criollos andinos, sirviendo también de base para los programas de mejoramiento genético que se desarrollen en el futuro.

Palabras clave: caracterización molecular, diversidad genética, maíz amiláceo, maíz duro, marcadores moleculares, razas, variedades.

Uso de germoplasma de maíz tropical como alternativa a la siembra tardía en regiones semiáridas de Argentina

María Laura Ferreyra*¹, Carlos Alberto Biasutti²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Manfredi. Córdoba. Argentina

² Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba. Argentina

* Autor para correspondencia, e-mail: ferreyra.maria@inta.gob.ar

RESUMEN

La producción de maíz (*Zea mays* L.) en Argentina se ha incrementado en ambientes semiáridos. Es fundamental evaluar el comportamiento agronómico de híbridos con germoplasma tropical y templado en ambientes de siembra tardía ya que no existe suficiente información al respecto. El objetivo de este trabajo fue estimar los efectos de habilidad combinatoria de cuatro líneas de germoplasma templado y dos líneas de germoplasma tropical y sus cruza, y evaluar los componentes del rendimiento de híbridos con germoplasma tropical versus híbridos con germoplasma templado. Quince híbridos experimentales obtenidos por cruzamientos fueron evaluados en dos distritos de la provincia de Córdoba, Argentina, a lo largo de un período de dos años. Se estimaron los efectos de la habilidad combinatoria general y específica mediante el método IV, modelo I de Griffing. Los caracteres medidos fueron número de granos por m² (KN), peso de mil granos (TKW) y rendimiento en grano (KY). La fuente de variación híbrida fue altamente significativa para el KY y sus componentes (KN y TKW). Los mayores efectos del ACG sobre el rendimiento en grano (KY) procedieron de la línea tropical (P6) y de la línea templada P1. El híbrido resultante del cruce de las líneas parentales P4 y P1 destacó por sus mayores efectos SCA sobre KY que el resto de híbridos. Los híbridos templado x tropical y tropical x tropical mostraron valores superiores en los componentes de rendimiento y en el rendimiento de grano que los templado x templado. Estos resultados mostraron la importancia de utilizar germoplasma tropical en ambientes de siembra tardía en ambientes semiáridos de Argentina.

Palabras clave: efectos genéticos, Griffing, *Zea mays*, siembra tardía, germoplasma tropical.

Detección de *loci* de caracteres cuantitativos para tolerancia a bajas temperaturas durante las primeras etapas del desarrollo del maíz

Erika Mroginski^{1,2}, Juan Pablo A. Ortiz³ y Guillermo Eyherabide¹*

¹*Universidad Nacional de Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Pergamino, Buenos Aires, Argentina*

²*Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA), Pergamino, Buenos Aires, Argentina.*

³*Universidad Nacional de Rosario (UNR), Zavalla, Santa Fe, Argentina*

**Autor para correspondencia, e-mail: mroginski.erika@inta.gob.ar*

RESUMEN

La exposición a temperaturas entre 5 y 15° C afecta al maíz en todos sus estados fenológicos, siendo particularmente nocivo durante el proceso germinativo y el crecimiento heterotrófico de las plántulas, impidiendo un buen establecimiento posterior del cultivo. Con el objetivo de caracterizar la base genética de la tolerancia al frío durante dichas etapas del desarrollo, se realizó un análisis de QTL (*Loci* de Caracteres Cuantitativos) por mapeo de intervalo múltiple, en una población F₂ de maíz, derivada del cruzamiento entre dos líneas contrastantes. La población fue fenotipada a partir de sus correspondientes familias F_{2:4} (227), en tres experimentos: 1) Germinación bajo condiciones de incubación controlada (temperatura aumentando gradualmente de 8°C a 15°C, con cambios cada 7 días), 2) Imbibición de semillas a 5°C durante 15 días y continuación del proceso germinativo a 24°C; y 3) Emergencia en el campo bajo condiciones de temperaturas subóptimas (siembra temprana). Se registraron atributos relacionados con la germinación, emergencia, vigor y crecimiento de plántulas. La población mostró variabilidad fenotípica y genotípica para todos los rasgos ($p < 0,001$) y valores de heredabilidades (H) moderados a altos ($> 50\%$), indicando una fuerte influencia genética. Se generó un mapa de ligamiento a partir de 133 marcadores microsátélites, que cubrió una longitud de 2210,4cM, con una distancia promedio entre marcadores consecutivos de 18,6cM. La disponibilidad de este marco genético preliminar posibilitó el análisis de QTLs. Se identificaron un total de 101 QTLs (LOD >3 , $p < 0,05$) para rasgos relacionados con la tolerancia a temperaturas subóptimas durante la germinación (Experimento 1), 56 QTLs para tolerancia a bajas temperaturas durante la imbibición de semillas (Experimento 2) y 48 QTLs relacionados con la emergencia y el crecimiento de plántulas bajo condiciones de siembra temprana en el campo (Experimento 3). Además, se encontraron interacciones epistáticas entre QTLs (22, 11 y 23 en los experimentos 1, 2 y 3, respectivamente). Asimismo, QTLs para diferentes rasgos mapearon conjuntamente en las mismas regiones genómicas. Se detectaron 14, 9 y 3 regiones en los experimentos 1, 2 y 3, respectivamente. Los QTLs de cada región se asociaron a caracteres que evidenciaron correlación fenotípica significativa entre ellos, presentando intervalos de confianza superpuestos y efectos aditivos del mismo signo por lo que podrían tratarse de un único QTL con efecto pleiotrópico sobre diferentes caracteres o genes estrechamente ligados. Se destaca una región localizada en el cromosoma 10, donde co-localizaron QTLs para los atributos evaluados tanto bajo condiciones controladas como en el campo.

Palabras clave: enfriamiento, germinación, emergencia, estrés abiótico, QTLs.

Caracterización de líneas endocriadas de maíz bajo estrés abiótico mediante sensores remotos

José Fernando Menes^{1,2*}, Luciana Ayelen Galizia^{1, 2}, Javier Estaban Portillo^{1, 3}

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino, Buenos Aires, Argentina

²Universidad de Buenos Aires (UBA). Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, Argentina

³Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. Junín, Buenos Aires, Argentina

*Autor para correspondencia, e-mail: menes.josefernando@inta.gov.ar

RESUMEN

Los estreses abióticos son un desafío crucial para la producción de maíz, especialmente en el contexto actual de cambio climático, debido a su capacidad para ocasionar pérdidas significativas de rendimiento. En este escenario, es de suma importancia desarrollar y caracterizar materiales adaptados a estas adversidades. El objetivo de este trabajo fue caracterizar un conjunto de 220 líneas endocriadas de maíz sometidas a estrés abiótico (hídrico y térmico). Para ello, se realizó un experimento en secano en el campo experimental de la EEA Pergamino del INTA, con un diseño en bloques completos al azar con 2 repeticiones. Para asegurar la ocurrencia de estrés la siembra se realizó en una densidad de 16 pl m⁻², el doble de la densidad habitual. Las precipitaciones acumuladas desde la siembra hasta la floración fueron de 158,8 mm. Además, durante el período crítico para la determinación del rendimiento (*i.e.*, 30 días centrados en el momento de floración) ocurrieron eventos de golpe de calor, en los que la temperatura máxima superó los 35 °C durante 9 días, generando un ambiente de estrés hídrico y térmico. Las líneas se caracterizaron mediante una medida ecofisiológica del estrés hídrico, el ASI (intervalo antesis-*silking*), así como medidas espectrales de energía reflejada, en cinco intervalos de longitud de onda, y energía emitida en un intervalo de longitud de onda. Esta evaluación se realizó utilizando un sensor multispectral y térmico montado en un vehículo aéreo no tripulado durante el período de floración. A partir de la información de reflectancia se calcularon varios índices indicadores del estado fisiológico de las plantas: NDVI (índice verde de diferencia normalizada), NDRE (índice verde de diferencia normalizada del borde rojo), PSRI (índice de senescencia de la planta) y GNDVI (índice de diferencia normalizada verde). Además, se utilizaron valores de emisividad térmica (8–14 nm) para estimar la temperatura del canopy. Los genotipos evaluados presentaron diferencias significativas para el ASI, la temperatura del canopy y los índices ($p < 0,05$). Un análisis de componentes principales permitió evaluar las relaciones entre las variables y agrupar los genotipos de acuerdo con su desempeño. El índice PSRI estuvo asociado con la temperatura del canopy. El ASI estuvo asociado negativamente con la temperatura del canopy y los índices PSRI, NDRE y GNDVI. Este análisis provee una herramienta útil para identificar genotipos con buen comportamiento frente a estrés térmico y/o hídrico.

Palabras claves: ecofisiología, estrés térmico, estrés hídrico, mejoramiento genético.

Potencial forrajero de maíces del banco de germoplasma de la nación colombiana, para los sistemas bovinos del trópico alto colombiano

Javier Castillo-Sierra^{1}, Edgar A. Mancipe-Muñoz¹, Franklin Mayorga², y Yesid Avellaneda-Avellaneda¹*

¹*Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Tibaitatá. Mosquera, Colombia.*

²*Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (FENALCE), Puerto Gaitán – Meta, Colombia.*

**Autor para correspondencia, e-mail: jcastillos@agrosavia.co*

RESUMEN

El pastoreo, principal fuente de alimentación en sistemas bovinos, presenta limitaciones debido a la variabilidad climática y estacionalidad de la producción de forraje, afectando negativamente la producción de leche del trópico alto colombiano. Eventos como la pandemia, la crisis de contenedores y la guerra actual en Europa resaltan la necesidad de estrategias de alimentación eficiente para reducir costos en la dieta de los bovinos. AGROSAVIA desarrolla investigaciones en forrajes para mejorar la eficiencia y reducir la estacionalidad en la producción bovina, enfocándose en la selección de germoplasma forrajero con características productivas y nutritivas adecuadas para su uso en sistemas de alimentación bovina. El de este trabajo fue evaluar y seleccionar materiales de maíz con potencial forrajero para el trópico alto colombiano. Los materiales evaluados pertenecen al Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura administrado por AGROSAVIA. En el Centro de investigación Tibaitatá se evaluaron 148 accesiones de maíz. Se realizó un análisis descriptivo, un análisis de componente principales (ACP), un análisis de agrupamientos con con el paquete cValid de Rstudio, finalmente se realizó un índice estandarizado que permitiera identificar materiales con atributos sobresalientes para las variables de interés como lo son producción de materia seca total, días a cosecha, peso de las mazorcas, y resistencia a plagas y enfermedades, en el estado reproductivo de grano lechoso a pastoso. El análisis descriptivo mostró materiales para ensilar a los 138 días después de la siembra con baja productividad. La mayor producción de materia seca fue de 805 g por planta. Así mismo, se encontraron materiales hasta con cuatro mazorcas. Las tres primeras dimensiones del ACP explicó el 53,9%, el análisis de conglomerados clasificó los materiales evaluados en cuatro grupos y se encontraron maíces con índices superiores estandarizados altos. En conclusión, durante esta evaluación se identificaron maíces con características forrajeras; sin embargo, es importante seguir con estas evaluaciones para continuar con la selección de materiales, y para futuros trabajos de mejoramiento genético.

Palabras clave: banco de germoplasma, grano lechoso, grano pastoso, ensilaje, materia seca, análisis de conglomerados.

Variedades de maíz con alta productividad de grano y forraje para el Caribe húmedo colombiano

José Jaime Tapia, Ketty Ibañez Miranda¹, Liliana Atencio Solano^{1}; Sergio Mejía Kerguelén¹; Luis Alfonso Sánchez¹; Emiro Suarez Paternina¹*

¹ *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Turipaná. Montería-Cereté, Cereté. Colombia*

**Autor para correspondencia, e-mail: latencio@agrosavia.co*

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal destinado principalmente para el consumo humano; sin embargo, su uso para la alimentación animal ha ido en incremento, debido a su valor nutritivo, las excelentes características de palatabilidad, el alto rendimiento por unidad de área y el alto consumo por parte del ganado, por lo cual se considera una gran fuente alimenticia para el ser humano y el sector ganadero. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar agronómicamente genotipos de maíz, con el fin de obtener una nueva variedad de alto rendimiento de grano y forraje para la región Caribe Húmedo colombiana. Para ello, se establecieron cinco ensayos en las Sabanas de los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar (Colombia), donde se evaluaron 5 variedades sintéticas de maíz de grano amarillo y un testigo comercial. Agrosavia V-117 y Agrosavia V-121 se destacaron por ser variedades con alto potencial de rendimiento de grano con 5,8 y 6,1 t ha⁻¹, y una producción de forraje verde de 58,17 y 33,4 t ha⁻¹, respectivamente. Estos valores superan el promedio nacional en el sistema de producción tecnificado de maíz que es de 4,0 t ha⁻¹ de grano y 30 t ha⁻¹ de forraje verde, donde normalmente se utilizan híbridos con alto potencial de producción. Asimismo, presentaron granos de textura de endospermo duro, con una altura de planta de 232 cm, altura de mazorca de 120 cm, pudrición de mazorcas menor a 5%, acame de tallo menor a 1 % y materia seca de forrajes de 37 %, en promedio. Estas características, destacan a estos materiales como alternativas de producción para sistemas agrícolas y ganaderos en la región Caribe Húmedo de Colombia.

Palabras claves: *Zea mays*, variedad, rendimiento de grano, producción de forraje.

Evaluación de cultivares de maíz para forraje, tolerantes a sequía para condiciones de trópico seco

Percy Diaz-Chuquizuta¹, Edison Hidalgo-Melendez², Teófilo Wladimir Jara-Calvo³

¹ *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Pucallpa, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. Sede Principal Pucallpa, Ucayali, Perú.*

² *INIA. Estación Experimental Agraria El Porvenir. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. San Martín, Perú.*

³ *INIA. Estación Experimental Agraria Andenes. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. Cusco, Perú*

**Autor para correspondencia, e-mail: pdiazch@inia.gob.pe*

RESUMEN

El maíz forrajero, es utilizado ampliamente en la alimentación de ganado vacuno, siendo suministrada la planta en su totalidad picada y/o ensilada. El objetivo fue evaluar tres cultivares de maíz para forraje tolerantes a sequía para condiciones de trópico seco. El experimento se realizó en los campos experimentales del Programa Nacional de Investigación de Maíz de la EEA El Porvenir, distrito de Juan Guerra, Región San Martín, Perú. Para el estudio se utilizó semilla de maíz blanco duro INIA 610 Nutrimaiz, y dos amarillos duros INIA 617 (maíz amarillo duro) Chuska y HTE 4 (Híbrido triple experimental). El experimento se ejecutó bajo parcelas divididas aplicado a un diseño de bloques completos a alzar. Las parcelas grandes estuvieron conformadas por las densidades de siembra (62.500 plantas ha⁻¹, 83.333 plantas ha⁻¹ y 100.000 plantas ha⁻¹) y en sub parcelas tres cultivares (INIA 610, INIA 617 y HTE 4). Los parámetros evaluados fueron: días a la floración femenina y masculina, altura de planta y mazorca, rendimiento de forraje por hectárea y porcentaje de proteína, para este último se colectaron muestras de hojas, tallo y mazorcas y se procedió a secarlo al ambiente por tres días y puesto en estufa por tres días a 60°C, para evitar desnaturalizar la proteína y obtener peso seco constante. Los resultados en días a la floración masculina y femenina mostraron que el INIA 610 y HTE4 son más precoces que INIA 617, en cuanto a la altura de planta y mazorca, el INIA 617 superó a INIA 610 e HTE4. En rendimiento de forraje, el HTE4 a densidad de 100.000 plantas ha⁻¹ obtuvo 53,79 t ha⁻¹ y con 83.333 plantas ha⁻¹ se alcanzó 51,17 t ha⁻¹, demostrando trabajar muy bien en dos densidades. Mientras que INIA 610 alcanzó 50,86 t ha⁻¹. En cuanto a la cantidad de proteína, el HTE4 tuvo promedio de 9,80 % y el INIA 610 alcanzó 10,68 %, siendo más altos con respecto al INIA 617 que tuvo 9,20 %. En ventajas de forraje, el HTE4 demostró mayor rendimiento, mientras que en ventajas nutricionales el INIA 610 presentó mayor porcentaje de proteína. El rendimiento puede mejorar si se mejora el nivel de fertilización; por lo tanto, el HETE4 y INIA 610 (Nutrimaiz), se perfilan como cultivares con mayor potencial como maíz forrajero.

Palabras clave: forraje, rendimiento, proteína, densidad de siembra, híbridos.

Selección visual avanzada dirigida como método de mejoramiento participativo en poblaciones panmícticas de maíz nativo, región de temporal del Centro - Oeste, Puebla - México

Genaro Pérez Jiménez¹, Giovanna I. Fuentes Escobar², Cesar del Ángel Hernández Galeno²

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental San Martinito-Puebla, México*

²*Campo Experimental Iguala-Guerrero, México; Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos, Edo de México, México*

**Autor de correspondencia, e-mail: perez.genaro@inifap.gob.mx*

RESUMEN

La cotización de semilla mejorada en moneda extranjera, sequía, alza en costo de insumos y erosión de semillas nativas, son escenarios que hacen que poblaciones nativas de maíz sean un recurso necesario para enfrentar los cambios globales en la producción de alimentos. El objetivo fue implementar la metodología de selección visual avanzada dirigida (SVAD), para evaluar la ganancia en frecuencia génica dentro de poblaciones panmícticas de maíces nativos, en relación al rendimiento y adopción de la estrategia en la región Centro –Oeste de Puebla. El proceso de mejoramiento participativo tuvo seguimiento con quince productores cooperantes pertenecientes a cinco comunidades. Se realizaron colectas; mismas que se describieron y sembraron en lotes experimentales en tres localidades contrastantes en sistema de temporal. El seguimiento fue de siembra hasta cosecha con la metodología SVAD. A la antesis, se realizaron los cruzamientos de hermanos completos de los caracteres deseables. A la cosecha se realizó una selección del cinco por ciento por poblaciones, en cada paso se consultó a través de demostraciones de campo con productores cooperantes. El proceso se repitió por tres ciclos y al quinto se realizaron cruza fraternales para mantener las poblaciones elite. Con cada ciclo de cultivo se evaluó el avance en rendimiento, del porcentaje de adopción de la metodología por parte de los productores se realizó un análisis donde se describieron las barreras de seguimiento. Se obtuvieron 82 colectas, de las cuales después del primer ciclo de evaluación solo fueron elegidas seis poblaciones, mismas que fueron sometidas al proceso de SVAD. Los resultados mostraron que la colecta INICOL19PE variante de maíz de la raza pepitilla obtuvo en su primer ciclo un rendimiento de 2,36 Mg ha⁻¹, y después del proceso alcanzó 4,17 Mg ha⁻¹, se estandarizó la altura de planta (2,17 ±0,20 m) y mazorca (1,75± 0,15 m). Solo tres productores continuaron dentro del proceso de obtención del material mejorado y adoptaron la metodología. Se recomienda el proceso de la metodología SVAD para aumentar el rendimiento y adaptabilidad en poblaciones nativas de maíz.

Palabras clave: maíz criollo, fitomejoramiento, frecuencia génica, maíz pepitilla.

Esquemas de Aseguramiento de Calidad para Semilla (EAC): instrucciones para la generación de una herramienta práctica y multidimensional enfocada en medianos y pequeños productores

Magda Jenny Medina Mérida¹, María Camila Rodríguez Tique¹, Karen Viviana Osorio Guerrero¹, Luisa Fernanda Sarmiento Moreno¹, John Fredy Hernández Nopsa y Manuel Alfonso Patiño Moscoso^{1}*

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Sede Central, Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

**Autor para correspondencia, e-mail: mpatino@agrosavia.co*

RESUMEN

Producir y conservar semilla de calidad para el autoconsumo o la comercialización puede ser un gran desafío. Mas aún si se desconocen cuáles son las prácticas clave que se deben implementar en las diferentes fases de producción y los puntos críticos a los cuales prestar atención para garantizar la calidad de la semilla cosechada. AGROSAVIA a través del Plan Nacional de Semillas ha estructurado una serie de procedimientos y documentos guía para la toma de decisiones en los procesos internos de producción de semilla. Sin embargo, la información recopilada resulta densa y de difícil acceso y comprensión por los medianos y pequeños productores de semilla de calidad. En este trabajo se estructuró una metodología para la generación de una herramienta práctica y multidimensional enfocada en medianos y pequeños productores y que ilustrará de forma sencilla y didáctica la información más relevante de un Esquema de Aseguramiento de Calidad (EAC) para semilla. Inicialmente se priorizaron las especies que por sus avances en la investigación de producción de semilla podían servir como piloto para la generación de la herramienta. Posteriormente se definieron las fases de producción de semilla de las especies seleccionadas (incluyendo labores de postcosecha y almacenamiento) y se determinó según la normatividad vigente cuales eran los indicadores de calidad en las dimensiones genética, sanitaria, física y fisiológica que debería tener la semilla producida. Para cada interacción “dimensión de calidad/fase de producción” se establecieron los puntos de control (obligatorios) y las recomendaciones (prácticas opcionales) que se deben seguir para alcanzar los estándares de calidad trazados. Finalmente, la información se esquematizó en un diagrama de cuerdas que permitió su interpretación desde diferentes perspectivas. Esta metodología puede ser implementada en modelos interculturales de producción de semilla como producción orgánica y agroecológica donde los atributos de calidad pueden ser diferentes que trascienden los aspectos técnicos y estan inmersos en dimensiones culturales y socio-ecológicas.

Palabras clave: calidad, semilla, herramienta, producción de semilla, conservación de semilla.

Estimación de costos de producción y rentabilidad en la producción de semilla en dos variedades mejoradas de maíz negro (*Zea mays* L) en dos ambientes de la región alto andina del Ecuador

María Gabriela Albán^{1}, Mario Caviedes¹*

¹ Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingenierías, Ingeniería en Agronomía. Quito, Ecuador

**Autor para correspondencia, e-mail: galban@usfq.edu.ec*

RESUMEN

La región alto andina del Ecuador se produce maíces de diferente textura y color de grano; el principal tipo de maíz es el amiláceo que presenta diferentes colores: amarillo, blanco, negro, entre otros. De acuerdo a las estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), la superficie cosechada en el 2022 de maíz amarillo en choclo y seco fue de 50.376 ha de las cuales el 73% se cosechó en seco y el 27% en choclo. Uno de los colores de maíz amiláceo presenta coloración negra o morada y se caracteriza por poseer en el grano y la tusa importantes componentes nutricionales como son los fenoles y las antocianinas por lo que se considera un alimento funcional y nutracéutico que en la actualidad tiene una gran demanda a nivel nacional e internacional. En un proceso de mejoramiento que abarcó el período 2006 - 2023 se desarrollaron dos variedades de maíz negro (USFQ 1 – USFQ 2), con las cuales en el ciclo 2023 -2024 se produjo semilla de calidad en dos ambientes de la Sierra Centro Norte “Lumbisí – Pichincha y Cotacachi – Imbabura”. Los costos de producción son importantes para estimar la rentabilidad del cultivo de maíz y varían con la variedad, tecnología utilizada y categoría de semillas. En los lotes semi comerciales de una superficie de entre 1.300 -1.400 metros cuadrados de producción de semilla se estimaron los costos variables, fijos y algunos parámetros de rentabilidad financiera. En Lumbisí los dos componente de mayor costo fueron labores culturales de manejo del cultivo 29,23 % y cosecha, postcosecha y venta 42,14 % con un rendimiento estimado en semilla de 1.274 kilos con un relación beneficio / costo de 1,68. Para Cotacachi los dos componentes de mayor costo fueron cosecha, poscosecha y venta 45,78 % y labores culturales de manejo del cultivo 22,28 % con un rendimiento en semilla de 894,44 kilos con una relación beneficio / costo de 1,70. Las estimaciones de costos y rentabilidad permiten concluir que la producción de semilla de calidad es rentable.

Palabras clave: ambientes, costos de producción, maíz amiláceo negro, rentabilidad, variedades.

Análisis de la cadena agroalimentaria de maíz tradicional en el Caribe Colombiano

Adriana Santacruz Castro¹, José Jaime Tapia Coronado¹, Liliana Atencio Solano^{1}, Diego Avendaño Avendaño², Germán Ramírez Infante³*

¹ *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Colombia*

² *AGROSAVIA. Profesional de Mercadeo de Tecnología, Colombia*

³ *AGROSAVIA. Analistas de Mercado, Colombia*

**Autor para correspondencia, e-mail: latencio@agrosavia.co*

RESUMEN

A nivel internacional, el maíz es considerado una de las cadenas agroalimentarias más relevantes, por su impacto en la alimentación humana, alimentación animal para la producción de carne y generación de energías alternativas (biocombustible). En Colombia este cultivo se desarrolla en dos sistemas, el tecnificado y el tradicional. En el Caribe colombiano la cadena agroalimentaria de maíz bajo el sistema tradicional, que se desarrolla especialmente bajo una economía campesina presenta tres eslabones: 1. *Producción primaria*, integrada por la proveeduría de insumos y servicios agropecuarios, la producción agrícola y pecuaria; 2. *Comercialización*, contempla intermediarios, transportadores, acopiadores y comercializadores locales de productos agroalimentarios; y 3. *Industria agroalimentaria*, corresponde a la industria de alimentos balanceados, industria de productos para alimentación humana, restauranteros, artesanos y transformadores de subproductos. La dinámica de agregación de valor de esta cadena inicia desde la selección de la semilla como insumo de la siembra, continuando por las distintas técnicas agropecuarias tradicionales e innovaciones, hasta la obtención del producto (grano o forraje) que tiene como destino, la industria agroalimentaria y/o alimentos balanceados, las cuales son determinantes para la agregación de valor y la formación del precio, el costo logístico o de transporte. Algunas limitantes de la cadena son: bajo uso de tecnologías, altos costos de los insumos, estacionalidad de la producción del producto, inestabilidad de los precios, restricción del flujo de caja, restricciones en las negociaciones directas. Cada una de estas limitantes representan también oportunidades que deberían aprovecharse y superarse con miras al fortalecimiento de la cadena y su competitividad.

Palabras claves: cadena agroalimentaria, sistema tradicional, maíz, caribe colombiano

Una visión del presente y futuro de la producción de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador

Mario Caviedes

Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Ingeniería en Agronomía.
Quito, Ecuador

Autor para correspondencia, e-mail: mcaviedes@usfq.edu.ec

RESUMEN

En el Ecuador uno de los principales cultivos es el maíz amarillo duro (*Zea maíz L*). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), para el año 2023 se estimó una superficie sembrada de 325.057,40 ha, una producción de 1,41 millones de toneladas métricas (MTM) y un rendimiento promedio de 4,36 t ha⁻¹. El maíz amarillo duro es un componente para la elaboración de balanceados para la producción de proteína de origen animal: carnes, huevos y leche y la demanda estimada es de 1,46 MTM ; la producción local cubre aproximadamente 85 a 90 % de la demanda anual, y la diferencia se cubre con importaciones. Su producción promedio estimado entre 2018 y 2023 fue de 1,47 MTM y una productividad de 4,17 t ha⁻¹ y la proyección para el periodo 2024 -2029 considera que se requiere incrementar un 3,00 % anual para cubrir las necesidades futuras del país. Así mismo, se estimó el incremento de la productividad anual de un 2,97 %. Uno de los mecanismos de incentivos a la producción nacional es el precio de referencia por quintal comercializado, que varió en el periodo 2018 – 2024 entre 14,16 y 16,50 USD. En el presente año el precio fijado para el maíz amarillo duro con 13 % de humedad y 1 % de impurezas fue de 16,50 USD; se esperaba un incremento promedio del precio para los próximos siete años de 1,74% anual. Para el caso del maíz amiláceo amarillo, su oferta está orientada al consumo humano como choclo, grano y harina, se determinó una producción promedio de 66.727,4 t y una productividad de 1,31 t ha⁻¹ para el periodo 2018 – 2022. El incremento de la producción estimado para los futuros 5 años fue de 1,2 %. Para cumplir estas expectativas en la producción y productividad de maíz en el Ecuador se requiere buenas políticas de fomento y precios referenciales para los diferentes tipos de maíz que generen una adecuada rentabilidad.

Palabras clave: consumo humano, maíz duro, maíz amiláceo, producción, productividad, proteína animal.

Respuesta de las variedades de maíz suave (*Zea mays* L. var. *Amylacea*) INIAP 101 e INIAP 122 a la fertilización química con acolchado plástico y riego

Yamil Cartagena^{1*}, José L. Zambrano¹, Anibal Parra¹, Víctor Moreno¹, Amparo Condor², Juan Leon³, Randon Ortiz⁴, Carlos Sangoquiza¹, Cristian Subía¹ y Chang Park⁵

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina (EESC), Mejía, Ecuador

² Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Quito, Ecuador

³ Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador

⁴ Gobierno Provincial de Loja. Dirección de Riego y drenaje. Loja, Ecuador

⁵ Korea Program on International Agriculture (KOPIA), Ecuador. Mejía, Ecuador

*Autor para correspondencia: yamil.cartagena@iniap.gob.ec

RESUMEN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la región de la Sierra del Ecuador es importante desde el punto de vista nutricional, hasta el social y económico, ocupando extensas áreas de producción y siendo fundamental en la dieta, especialmente en las comunidades rurales. El Programa de Maíz del INIAP, ha desarrollado dos variedades mejoradas de maíz suave, adaptadas para los valles centrales de la región interandina, conocidas como INIAP 101 (precoz) e INIAP 122 (semi tardío). El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta de variedades de maíz a la fertilización química del suelo bajo condiciones de acolchado plástico y riego, durante tres años (2021, 2022 y 2023). La investigación se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP, ubicada a 3.058 msnm, en coordenadas 0° 22' 00" S y 78° 33' 17" O. Los factores evaluados incluyeron a las dos variedades de maíz (INIAP 101 e INIAP 122) y tres niveles de fertilización química (0, 80 y 160 kg ha⁻¹ de N; 0, 20 y 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 0, 50 y 100 kg ha⁻¹ de K₂O; 0, 10 y 20 kg ha⁻¹ de Ca, 0, 12,5 y 25 kg ha⁻¹ de Mg y 0, 10 y 20 kg ha⁻¹ de S). El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas y cuatro repeticiones. Las variedades de maíz constituyeron las parcelas principales y la fertilización química las subparcelas. La fertilización se aplicó en tres épocas (siembra, medio aporque y aporque). Se utilizaron los fertilizantes: urea, superfosfato triple, cloruro de potasio, polisulfato y magnesil. La densidad de siembra fue de 50.000 plantas ha⁻¹, con una distancia entre líneas de 0,8 metros y entre plantas de 0,5 metros. En los tres años de evaluación, el tratamiento con INIAP 101 y 100% de la fertilización química (160 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ de K₂O, 20 kg ha⁻¹ de Ca, 25 kg ha⁻¹ de Mg y 20 kg ha⁻¹ de S) obtuvo el mayor rendimiento, con 6,27 t ha⁻¹, 6,15 t ha⁻¹ y 5,03 t ha⁻¹, para los años 2021, 2022 y 2023, respectivamente; seguido por el 50 % de la fertilización con 5,36 t ha⁻¹, 5,17 t ha⁻¹ y 4,67 t ha⁻¹; mientras que el control sin fertilización obtuvo 3,05 t ha⁻¹, 3,28 t ha⁻¹ y 2,65 t ha⁻¹. La variedad INIAP 122 obtuvo 5,73 t ha⁻¹, 5,44 t ha⁻¹ y 4,67 t ha⁻¹ para el tratamiento con 100 % de la fertilización; 4,70 t ha⁻¹, 4,61 t ha⁻¹ y 4,21 t ha⁻¹ para el tratamiento con el 50 % de la fertilización; mientras que los menores rendimientos se observaron con el tratamiento de 0 % de la fertilización con 2,54 t ha⁻¹, 2,63 t ha⁻¹ y 2,32 t ha⁻¹, para los años 2021, 2022 y 2023, respectivamente.

Palabras clave: variedades de maíz, fertilización química, rendimiento, uso eficiente del fertilizante, uso eficiente del agua.

Respuesta de cultivares de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) a alta densidad de siembra, en condiciones de trópico seco

Percy Diaz-Chuquizuta¹, Edison Hidalgo-Melendez², Teófilo Wladimir Jara-Calvo³

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Pucallpa. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. Sede Principal Pucallpa, Ucayali, Perú

² INIA. Estación Experimental Agraria El Porvenir. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. San Martín, Perú

³ INIA. Estación Experimental Agraria Andenes. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agraria. Cusco, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: pdiazch@inia.gob.pe

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) es fuente principal para la elaboración de alimentos en la industria avícola y porcina, entre otros productos alimenticios necesarios para la nutrición humana. Para su manejo adecuado además de la fertilización y control de plagas, existen otros factores para garantizar buenos niveles de producción, entre ellos la densidad de planta por hectárea. El objetivo del experimento fue evaluar la respuesta de diferentes cultivares (variedad, híbrido simple y triple) de maíz amarillo duro (*Z. mays*) en alta densidad de siembra para determinar cuál presenta la mejor adaptación y rendimiento para grano y forraje cuando se siembra en alta densidad. El experimento se realizó en los campos experimentales del Programa Nacional de Innovación de maíz de la EEA El Porvenir, en el distrito de Juan Guerra. Se utilizó el arreglo en parcelas divididas aplicado a un diseño de bloques completos al azar, como parcela principal se tuvo a las densidades de siembra (62.500 plantas ha⁻¹, 83.333 plantas ha⁻¹, 100.000 plantas ha⁻¹, 125.000 plantas ha⁻¹) y como sub parcelas tres cultivares: Marginal 28T, INIA 624 – Killu Suk e Híbrido 1). Los parámetros evaluados fueron: días a la floración femenina y masculina, altura de planta y mazorca, diámetro de tallo, área foliar, rendimiento de forraje y grano por hectárea. Los resultados muestran que la densidad de 83.333 plantas ha⁻¹ en el híbrido triple INIA 624 Killu Suk favoreció a alcanzar buen diámetro de tallo 23,5 mm, mayor área foliar (679,9 cm²), menor día de floración femenina (58 días) y mayor día de floración masculina (56 días) y alcanzar 55,57 t ha⁻¹ de forraje a los 75 días de corte; mientras que con la densidad de 100.000 plantas ha⁻¹ los cultivares INIA 624 Kikku Suk y el Híbrido 1, tuvieron más repercusión en el rendimiento, obteniendo 9,93 y 9,68 t ha⁻¹ de grano. Al incrementar la densidad a 125.000 plantas ha⁻¹ bajan los rendimientos tanto en grano como forraje en los tres cultivares, por la proximidad entre plantas, siendo necesario realizar ajustes a la fertilización, que podría incrementar el rendimiento.

Palabras clave: maíz amarillo duro, variedad, híbrido, siembra, forraje, grano.

Efecto de la estimulación magnética y su respuesta agronómica en el rendimiento y la concentración de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) INIA 601, producidos en las regiones de la Libertad y Cajamarca

Alicia E. Medina-Hoyos¹, José Ronal Otiniano-Villanueva²

¹ *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Coordinadora del Programa Nacional de Maíz. Cajamarca, Perú*

² *Asociación Pataz. Coordinador de Investigación Agraria, Perú.*

**Autor para correspondencia, e-mail: amedina@inia.gob.pe*

RESUMEN

Actualmente existen diversas tecnologías físicas que permiten estimular a las semillas en la etapa de germinación, entre ellas se encuentra la aplicación de campos magnéticos. Esta es una tecnología emergente (no invasiva) en constante desarrollo que permite mejorar y potencializar el vigor de las semillas, sin necesidad de usar químicos que afectan los suelos de cultivo y el medio ambiente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características agronómicas de rendimiento y contenido de antocianinas, para conocer el efecto de los tratamientos bioestimulados magnéticamente a las semillas de la variedad de maíz morado o (*Zea mays* L.) INIA 601. La investigación es de tipo aplicada y experimental porque se pretende evaluar el comportamiento en el contenido de antocianinas del maíz morado INIA 601, a cuya semilla se aplicó campos magnéticos estáticos y pulsados. Campos magnéticos estáticos: a) Generador de campos magnéticos constituido por imanes de neodimio y b) Estructura de soporte de imanes. Las semillas de maíz morado INIA 601, se colocaron en el portamuestras, con una inducción de 50 mT por 30 minutos. Para los campos magnéticos pulsados: a) Fuente de alimentación de energía, la cual suministró 15 voltios para su funcionamiento; b) Controlador de pulsos magnéticos (tiene una pantalla Led para ver los parámetros); c) Fuente de alimentación, provió de energía al controlador de pulso y d) La bobina. Las semillas de maíz morado INIA 601, se colocaron en un vaso de precipitación, luego dentro de la bobina, con una frecuencia de 30 Hz por 30 minutos. En el campo, se utilizó el diseño experimental Completamente Aleatorizado (DCA) con 3 tratamientos (Campo magnético pulsado CMP, Campo magnético Estático CME y el testigo sin campo magnético SCM), cinco repeticiones y en tres lugares (Baños del Inca a 2666 msnm, Vista Florida-Pataz a 2506 msnm y Chugay a 3152 msnm), en la regiones de Cajamarca y La Libertad. Con los datos, se determinó el rendimiento de la producción del maíz morado INIA 601 y se obtuvo las muestras de la tusa o coronta, de la panca o bráctea del Maíz Morado INIA 601, para los análisis de contenido de antocianinas. Los resultados indican que los campos magnéticos no influyen significativamente en el rendimiento de producción ($p=0,99$). Los lugares de siembra influyeron significativamente en el rendimiento y el contenido de antocianinas, mostrando que en la Región la Libertad, el lugar de Vista Florida destaca en rendimiento y para los contenidos de antocianinas en coronta y bráctea destaca Chugay y obtuvo mayor diferencia en Baños del Inca. En conclusión, no se ha encontrado diferencia estadística significativa entre tratamientos para rendimiento, pero si entre localidades, mostrando superioridad Baños del Inca de la Región Cajamarca, con $7048,2 \text{ Kg ha}^{-1}$ y seguida de la localidad de Vista Florida-Pataz con $1983,1 \text{ Kg ha}^{-1}$. En contenido de antocianinas la localidad de Chugay destaca y muestra superioridad estadística respecto a Vista Florida, en coronta con 4,58%. y en ambos casos coronta y bráctea, es superado por Los Baños del Inca, siendo de 5,95 y 7,92%, respectivamente.

Palabras clave: campos magnéticos, maíz morado, rendimiento, antocianinas.

Mejora de las características germinativas de maíz morado (*Zea mays* L.) INIA 601 mediante campo magnético

Yajaira Gavidia¹, Tony Chuquizuta¹, Alicia Medina-Hoyos² y Hubert Arteaga³

¹ *Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH). Chota, Perú*

² *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Coordinadora del Programa Nacional de Maíz. Cajamarca, Perú*

³ *Universidad Nacional de Jaén (UNJ). Jaén, San Ignacio, Perú.*

**Autor para correspondencia: amedina@inia.gob.pe*

RESUMEN

El maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 es muy apreciado por tener un alto contenido de antocianinas requeridas en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Sin embargo, el bajo rendimiento productivo en campo es un desafío a superar, el cual se puede lograr con el uso de estimulación magnética en la etapa de germinación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la exposición a campos magnéticos, estáticos (SMF) y pulsados (PMF), sobre las características de germinación de semillas de maíz morado variedad INIA 601 a los 0, 30, 60 y 120 min. Las características de germinación evaluadas fueron; porcentaje de germinación, velocidad de emergencia, tiempo promedio de germinación, índice de vigor I e índice de vigor II. Los resultados muestran que tanto SMF como PMF mejoraron las características de germinación de las semillas de maíz morado INIA 601 respecto al tratamiento sin campo magnético, especialmente en el índice de vigor II, que en SMF encontró una diferencia significativa respecto al control. El mejor tiempo de respuesta fue de 30 min para ambos tipos de campos magnéticos y de 30 Hz para el caso de PMF. Por lo tanto, se concluye que SMF y PMF mejoran las características de germinación de las semillas de maíz morado INIA 601.

Palabras clave: campos magnéticos, maíz morado, rendimiento, antocianinas.

***Trichoderma koningiopsis* aplicado como recubrimiento de semillas para la protección de hongos durante el almacenamiento en semilla de sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L.) Moench**

Karen Osorio Guerrero¹, Manuel Patiño Moscoso¹ y Diego Cortés Rojas¹

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Sede Central, Mosquera, Cundinamarca, Colombia.

*Autor para correspondencia, e-mail: kosorio@agrosavia.co

RESUMEN

El recubrimiento de semillas es un método efectivo para entregar microorganismos beneficiosos al suelo y puede favorecer la protección de semillas contra patógenos o contaminantes microbianos especialmente en el tiempo de almacenamiento. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del recubrimiento de semillas con el hongo beneficioso *Trichoderma koningiopsis* contra contaminantes fúngicos del sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L. Moench) durante el almacenamiento. Las semillas de sorgo fueron tratadas con tres concentraciones de *Trichoderma koningiopsis* y se almacenaron a dos temperaturas (5 °C y 18 °C) durante 12 meses para evaluar la calidad fisiológica y sanitaria de las semillas. Se identificaron y monitorearon las concentraciones de los hongos contaminantes más prevalentes: *Diaporthe melonis*, *Curvularia lunata* y *Penicillium polonicum*. La viabilidad de *Trichoderma koningiopsis* se evaluó cada tres meses y se correlacionó con las variables de calidad de las semillas. Los resultados indican que los hongos beneficiosos como *Trichoderma koningiopsis* pueden proteger las semillas contra la contaminación fúngica durante el almacenamiento, evitando la aplicación de un fungicida químico. El procedimiento de recubrimiento no afectó la germinación de las semillas durante los 12 meses de almacenamiento.

Palabras clave: inoculación, control biológico, vida útil, contaminación de semillas

Evaluación de potencial de transmisión por semilla de *Spiroplasma kunkelii* y *Candidatus Phytoplasma asteris* agentes causales del complejo de achaparramiento del maíz

Angela Maria Vargas-Berdugo¹, Edgar Mauricio Rico-Sierra¹, Jose Jaime Tapia-Coronado²

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Centro de Investigación Nataima, Ibagué, Colombia

² AGROSAVIA. Centro de Investigación Turipaná, Córdoba, Colombia

*Autor para correspondencia, e-mail: avargas@agrosavia.co

RESUMEN

Debido a la alta incidencia reportada en campo de la enfermedad conocida como complejo de achaparramiento del maíz, el objetivo del presente trabajo fue establecer la presencia de *Spiroplasma kunkelii* y *Candidatus Phytoplasma asteris*, en grano y posteriormente en plantas desarrolladas a partir de éstos, provenientes de plantas enfermas. Se visitaron en punto de cosecha lotes que se encontraban afectados por la enfermedad (PCE – Predios Cosechados Enfermos). En cada uno se recolectaron mazorcas y tejido foliar de plantas con síntomas. Después de la recolección, los granos se cosecharon y secaron hasta alcanzar una humedad del 14 %. Se confirmó la infección con CCS y MBSP de las plantas de donde fueron cosechadas las mazorcas. Con el fin de evaluar la capacidad germinativa de semilla de los PCE, se determinó el porcentaje de germinación, siguiendo metodologías de la International Seed Testing Association – ISTA. Finalmente, para corroborar la transmisión por semillas de CSS y MBSP, se realizaron cuatro experimentos: detección directa en semillas molidas, detección en el hipocótilo de semillas germinadas, detección en hojas no verdaderas de plántulas con 8 días de emergencia en condiciones de laboratorio y por último detección en plantas establecidas en invernadero 45 días después de la emergencia. Del procesamiento de las muestras de los cuatro experimentos: grano, hipocótilo, plántula y plantas de 45 días, posterior a la extracción de ADN y detección de CSS y MBSP por PCR se obtuvieron detecciones positivas para MBSP y CSS en proporciones cercanas al 50% directamente en el grano. En los demás experimentos la detección fue negativa. Los resultados obtenidos evidencian que en el momento de la cosecha existe una contaminación del grano. Los patógenos no pueden migrar hacia el hipocótilo, plántulas y plantas de 45 días, coherente con su naturaleza de albergarse en el floema de las plantas afectadas, concluyendo que, pese a la contaminación del grano en cosecha en predios afectados por la enfermedad, no se da la trasmisibilidad a la planta proveniente de esa semilla. Es importante resaltar que, a pesar de que los patógenos no se transmiten por semilla, la calidad del grano proveniente de plantas enfermas es baja en comparación con el grano obtenido de una planta sana.

Palabras clave: espiroplasma, Corn Stunt Spiroplasm – CSS, fitoplasma, Maize Bushy Stunt Phytoplasma – MBSP, semilla sexual, PCR.

Evaluación de atrayentes alimenticios para capturar moscas de la mazorca (*Euxesta* spp.) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L. var. *Amylacea*) en la región de Cajamarca, Perú

Peter C. Piña Díaz¹, Alexander Chávez Cabrera*¹, Fernando Escobal Valencia¹, Blanca Flor Robles Pastor², Julio Díaz Becerra³

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Baños del Inca, Cajamarca, Perú

² Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad, Perú

³ Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: achavez@inia.gob.pe

RESUMEN

El maíz amiláceo se comercializa principalmente en estado fresco o “choclo”, cuyo consumo se ha incrementado ostensiblemente por el auge de la gastronomía en el país. Desafortunadamente, este cultivo se ve afectado por el ataque de la mosca de la mazorca *Euxesta* spp., cuyas larvas se alimentan del grano y facilitan la entrada de hongos que causan pudrición en la mazorca. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de tres atrayentes colocados en trampas *McPhail* para controlar la mosca. La investigación exploratoria se llevó a cabo durante la campaña 2021-2022 en dos localidades de la región Cajamarca: Baños del Inca-Cajamarca (L₁) y Cochamarca-San Marcos (L₂). Se evaluaron tres tratamientos frente a un testigo en blanco. Los atrayentes se diluyeron en agua formando soluciones de 250 mL: agua sin atrayente (T₁ o testigo), 20 mL de proteína hidrolizada (T₂), 40 g de fosfato diamónico (T₃) y 160 mL de melaza (T₄). La investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar. Las localidades fueron consideradas como repeticiones. Las trampas fueron colgadas en soportes de madera a 1,20 m de altura, distanciadas a 15 m, dentro de semilleros de maíz amiláceo de la variedad INIA 603 Choclero, desde el inicio de floración (R1) hasta la madurez fisiológica (R6). La evaluación y el recebado ocurrió durante 17 semanas. Se contó el número de capturas de *Euxesta*. Los resultados muestran que la trampa con fosfato diamónico capturó el mayor número de adultos en ambas localidades, respectivamente (753 y 1187), seguida por proteína hidrolizada (220 y 271), melaza (37 y 148) y por último el testigo (1 y 0 capturas). Durante la campaña 2022-2023 se evaluaron tres dosis de fosfato di amónico diluido en agua, formando una solución de 250 mL, dentro de trampas *McPhail*: 30 g (T₁), 42 g (T₂) y 50 g (T₃). El experimento se instaló en tres localidades de la región Cajamarca, utilizando el diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones, en semilleros de maíz INIA 603 Choclero. Los resultados de 14 semanas de evaluación indican: más capturas en T₁ (3876), seguido del T₂ (2409), T₃ (1773) y T₄ (18). El T₄ es el testigo en blanco (agua pura), Se concluye que la solución con 30 g de fosfato di amónico y 220 mL de agua, colocados en trampas *McPhail*, es una buena alternativa ecológica para controlar *Euxesta* spp.

Palabras clave: maíz amiláceo, mosca de la mazorca, *Euxesta* spp., control, atrayentes.

Fungicidas comerciales en el manejo de la mancha foliar de *Bipolaris* sp. de maíz en la provincia de Manabí, Ecuador

Sergio Miguel Vélez Zambrano¹; Jhack Chaquina Agualongo¹; Carla Giler Saltos¹; Geoconda López Alava¹; Galo Cedeño García¹; Sofía Velásquez Cedeño¹; Jefferson Vélez Olmedo²

¹*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta, Ecuador.*

²*Universidad Técnica de Manabí (UTM). Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ingeniería Agronómica, Portoviejo, Ecuador.*

**Autor para correspondencia, e-mail: smvelez@espam.edu.ec*

RESUMEN

En los últimos años, la presencia de manchas foliares ocasionadas por *Bipolaris* sp. en el cultivo de maíz ha tenido un notable incremento en las localidades productoras de esta gramínea en la provincia de Manabí. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de fungicidas comerciales sobre la incidencia y severidad de la mancha foliar de *Bipolaris* en el cultivo de maíz. Se utilizaron tres fungicidas: difenoconazol, trifloxystrobin+tebuconazol, pyraclostrobin+epoxiconazol aplicados en dos frecuencias (cada 15 y 30 días, a partir del 20 % de incidencia inicial). Se utilizó un híbrido de alto rendimiento (Advanta), y se establecieron seis tratamientos, más un testigo y cuatro repeticiones, con un total de 28 unidades experimentales de 20 m². Las variables a medir fueron incidencia y severidad de la enfermedad, a los 15, 30, 45 y 60 días. Las fuentes de variación: fungicidas, frecuencias de aplicación, interacción (F x FA) y testigo vs resto, no presentaron diferencias estadísticas en las 4 evaluaciones de incidencia; situación similar ocurrió para la primera evaluación (15 días) de severidad foliar, donde no existieron diferencias entre las fuentes de variación estudiadas. Sin embargo, para las siguientes evaluaciones (30, 45 y 60 días) todos los fungicidas presentaron valores inferiores de severidad en relación al testigo, además el fungicida pyraclostrobin + epoxiconazol, demostró los menores valores de severidad (1,23) en relación a los demás fungicidas estudiados. Es necesario destacar que estos son resultados preliminares de una investigación que se está aún realizando, donde aún faltan por evaluar las variables productivas y fisiológicas del cultivo de maíz. No obstante, se concluye, que el uso racional de fungicidas pertenecientes a los grupos químicos de triazoles y estrobirulinas, permiten disminuir la severidad de la mancha foliar de *Bipolaris* en el cultivo de maíz en la provincia de Manabí y que pueden sumarse a las estrategias de manejo existentes para esta enfermedad fúngica.

Palabras clave: fungi, hongos, control, fitosanitarios, maíz.

Evaluación de cuatro tratamientos ecológicos y uno químico para controlar el gorgojo del maíz *Pagiocerus frontalis* Fabr. en semilla almacenada de maíz amiláceo en Cajamarca, Perú

Peter Chris Piña Díaz¹, Fernando Escobal Valencia¹, Alexander Chávez Cabrera*¹, Franklin Eduardo Ramírez Ventura²

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Agraria Baños del Inca, Cajamarca-Perú

² Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú

*Autor para correspondencia, e-mail: achavez@inia.gob.pe

RESUMEN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) destaca la crucial importancia del acceso y uso de semillas de calidad y señala que "no hay buenos cultivos sin buenas semillas". Las pérdidas de post cosecha en maíz debido al ataque de insectos alcanzan hasta 10 y 20% del volumen de producción a nivel mundial. El gorgojo del grano de maíz *Pagiocerus frontalis* F. es un insecto que vive en los valles interandinos por debajo de 3500 msnm, que puede causar pérdidas de hasta 44 % en granos almacenados, debido a los hábitos de alimentación, tanto de larvas como de adultos, que consumen el endospermo del grano y en condiciones extremas la totalidad del grano. La presente investigación se desarrolló en Los Baños del Inca, provincia y región de Cajamarca-Perú. El objetivo fue determinar un método de control eficiente para controlar esta plaga, bajo condiciones de almacenamiento. Se evaluaron cuatro tratamientos ecológicos: T₁ hidróxido de calcio (cal apagada), T₂ *Bacillus thuringiensis* (talco BT), T₃ ceniza de madera, T₄ aserrín de pino (*Pinus radiata*), todos con 8,4 g del producto en estudio, T₅ insecticida gasificante a base de fosforo de aluminio (Phostoxin) 0,1 g y T₆ como testigo sin aplicación. La investigación siguió el diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron aplicados a 500 semillas de maíz amiláceo contenidas en un recipiente de vidrio de 1,0 L de capacidad, tapados herméticamente, a 18°C de temperatura promedio y 70 % de HR. Las variables evaluadas fueron número de semillas dañadas y viabilidad de semilla (% de germinación). Los tratamientos más efectivos, en cuanto a la primera variable, fueron el hidróxido de calcio y el fosforo de aluminio, sin diferencias estadísticas entre si (en promedio 2,67 y 3,33 granos dañados, respectivamente). Los menos eficientes fueron el testigo (T₆) y el aserrín de pino (T₄) con 23 y 11 semillas dañadas, respectivamente. En cuanto a la viabilidad de las semillas, luego de que estas fueran expuestas a los respectivos productos en investigación, todas superaron el 85% de germinación. Destacan los tratamientos T₂ y T₁ con 90,7%, sin diferencia entre ellos. El testigo (T₆) presentó bajo poder germinativo (78,7%). Se sugiere continuar experimentando especialmente con el tratamiento ecológico más efectivo.

Palabras clave: tratamiento ecológico, gorgojo del maíz, semillas dañadas, germinación, viabilidad.

Evaluación de líneas endocriadas de maíz frente a la infección de *Xanthomonas Vasicola pv. Vascularum* en invernáculo

Yamila Sleiman*¹, Daiana Alejandra Ayelén Del Dago^{1,2}, Andrea Peñas Ballesteros^{1, 2, 3}, Juliana Iglesias*^{1,2}

¹ Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA). Buenos Aires, Argentina

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Pergamino, Buenos Aires, Argentina

³ Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (CITNOBA) (UNNOBA - UNSAdA – CONICET). Buenos Aires, Argentina

*Autor para correspondencia, e-mail: ysleiman@comunidad.unnoba.edu.ar, iglesias.juliana@inta.gob.ar

RESUMEN

El estriado foliar bacteriano causada por *Xanthomonas vasicola pv. vascularum* (*Xvv*) afecta al cultivo de maíz causando grandes pérdidas económicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar un grupo de 72 líneas endocriadas de maíz pertenecientes al Programa de Mejoramiento INTA Pergamino, de acuerdo a su comportamiento frente a *Xvv*. Para ello, se realizó un ensayo en bloques incompletos completamente aleatorizados, en macetas, bajo condiciones de invernáculo. Las plantas se evaluaron aplicando una infección artificial con el método de corte en el ápice de hoja. Este tratamiento de inoculación consistió en realizar cortes con una tijera embebida en inóculo generado a partir de una cepa validada (10^8 UFC mL⁻¹). Para el tratamiento control, se utilizó MgCl₂. Las plantas se mantuvieron dentro de un ambiente saturado de humedad (80 %) hasta su análisis. Se empleó, además, un genotipo testigo susceptible (LP509) tanto para corroborar que la infección haya sido efectiva como para relativizar los resultados entre los distintos bloques. En la evaluación, se midió el porcentaje del área foliar afectada (severidad) a los 12 días post infección (dpi) utilizando una escala diagramática compuesta por cinco categorías; donde 1 corresponde hasta el 1 %, 2 hasta el 5 %, 3 hasta el 25 %, 4 hasta el 50 % y 5 más del 50 % de severidad. A partir de estos datos fenotípicos, se realizaron los respectivos análisis estadísticos con el *software* InfoStat (2020) utilizando un modelo lineal generalizado mixto. Así, se logró identificar grupos de genotipos con diferentes comportamientos frente a la estria foliar bacteriana. El 13,88 % de los genotipos evaluados se mostraron altamente susceptibles a la infección aplicada, mientras que un 25,5 % fueron altamente resistentes. A futuro, se proyecta utilizar esta información en un estudio de asociación de genoma completo (GWAS), de forma tal de seguir brindando información sobre las fuentes de resistencia disponibles en el germoplasma de INTA Pergamino.

Palabras claves: severidad, susceptibilidad, germoplasma, bacteriosis, estriado foliar bacteriano.

Evaluación de líneas contrastantes de maíz frente a *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* en condiciones de invernadero y campo

Daiana Del Dago A.^{1-2*}, Juliana Iglesias¹⁻²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Pergamino, Pergamino, Buenos Aires, Argentina

² Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Pergamino, Buenos Aires, Argentina

*Autores para correspondencia, e-mail: deldago.daiana@inta.gob.ar; iglesias.juliana@inta.gob.ar

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos utilizados para la alimentación y la industria en el mundo. El rayado o estriado bacteriano foliar de maíz (RBM) causado por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, es una enfermedad ampliamente distribuida en las Américas, que afecta el potencial del cultivo, presentando un riesgo de introducción en nuevas áreas. Los síntomas se caracterizan por lesiones acuosas en el parénquima foliar inicialmente cloróticas y luego necróticas en etapas más avanzadas, dando un aspecto de rayado o estriado. El objetivo de este trabajo fue comparar niveles de resistencia y susceptibilidad a la enfermedad bajo infección artificial en invernadero con respecto a la infección natural a campo, utilizando líneas endocriadas de maíz pertenecientes al Programa de Mejoramiento Genético de INTA Pergamino. Se utilizaron dos líneas testigos (testigo resistente (TR) y testigo susceptible (TS)), y cuatro líneas con diferente perfil fitosanitario (L1, L2, L3 y L4), evaluadas previamente a campo en diferentes ambientes. Para la evaluación en invernadero, las plantas fueron inoculadas en estadio fenológico V3 utilizando una técnica ajustada por el equipo de trabajo, realizando un corte en el ápice de cada hoja con tijera inmersa en inóculo infectivo (10^8 UFC ml⁻¹) o en solución MgCl₂ como control. A los 12 días post infección (dpi) se evaluó el índice de severidad (IS) de las hojas infectadas, utilizando una escala diagramática validada de cinco categorías, según el porcentaje del área foliar afectada. La severidad a campo fue evaluada en estadio fenológico R5 bajo presión de inóculo natural. En condiciones de invernadero, las líneas presentaron diferente IS, diferenciándose grupos de líneas resistentes (IS 1: TR y L3, IS 2: L2 y L4), moderadamente resistente (IS 3: L1) o susceptible (IS 5: TS). Los datos obtenidos coincidieron con evaluaciones previas realizadas a campo bajo alta presión de inóculo, en diferentes ambientes (campaña 2018/19). No obstante, en la última campaña (2023/24), las líneas mostraron una severidad menor al 1% (IS:1), igual que el TR, probablemente debido a una menor presión de inóculo. Este resultado subraya la necesidad de realizar infecciones controladas en invernadero. Esto permite detectar genotipos resistentes en etapas tempranas utilizando una técnica altamente reproducible y de bajo costo, reduciendo la influencia de factores bióticos y abióticos que podrían afectar la evaluación y mejorando la precisión. De este modo, sería factible implementar estrategias de mejora más eficientes que permitan el desarrollo futuro de nuevas variedades.

Palabras claves: estriado foliar bacteriano, infección, severidad, resistencia, susceptibilidad.

Dilucidando la arquitectura genética de la resistencia a múltiples enfermedades de espiga de maíz (*Zea mays* L.)

Peñas Ballesteros, A.^{1,2,3*}, Baricalla, A.⁴, Federico, M.L.^{2,5}, Iglesias, J.^{2,3}

¹ Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (CITNOBA) (UNNOBA - UNSAdA – CONICET), Buenos Aires, Argentina

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Pergamino. Buenos Aires, Argentina

³ Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Buenos Aires, Argentina

⁴ Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Biológicas San Luis (IMIBIO-SL), CONICET, San Luis, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

*Autor para correspondencia, e-mail: pballesteros.andrea@inta.gob.ar

RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos con mayor producción a nivel mundial, pero su rendimiento potencial puede verse afectado por diversas enfermedades. En Argentina, en la región maicera núcleo, prevalecen las podredumbres de espiga causadas por *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, que producen la contaminación de los granos con micotoxinas perjudiciales para la salud humana y animal, y *Ustilago maydis*. Dado que el desarrollo de genotipos resistentes es la estrategia de manejo más efectiva frente a dichas enfermedades, el objetivo de este trabajo fue investigar la arquitectura genética de la resistencia múltiple a podredumbres de espiga mediante un protocolo que integra GWAS (del inglés, *Genome-Wide Association Study*), datos transcriptómicos y priorización de genes candidatos (GC) utilizando un algoritmo de aprendizaje automático recientemente entrenado para maíz. Se realizó un GWAS evaluando un panel de 63 líneas del programa de mejoramiento genético (PMG) de maíz de INTA EEA-Pergamino genotipadas con el *Maize Illumina BeadChip* (50K). Para el análisis, se utilizaron los BLUE (del inglés, Best linear unbiased estimator) de severidad de síntomas para *F. verticillioides* y *F. graminearum* en dos ambientes y de incidencia para *Ustilago maydis* en cinco ambientes. Se identificaron 96 SNP (del inglés, *Single Nucleotide Polymorphism*) significativos asociados a la resistencia a alguno de los tres patógenos. Se encontraron SNP asociados a la resistencia a los tres patógenos en el cromosoma 2 (bins 2.05, 2.06) y SNP asociados a la resistencia a *F. verticillioides* y *F. graminearum* en los cromosomas 2 (bins 2.09, 2.10), 6 (bin 6.07) y 8 (bin 8.08). Debido a la proximidad de los SNP significativos detectados en los bins 2.05 y 2.06, se decidió estudiar la región en su totalidad para determinar GC posicionales. En primer lugar, se definieron los límites de dicha región utilizando las coordenadas del genoma de referencia (Zm-B73-REFERENCE-NAM-5.0) de los SNP significativos más extremos y expandiéndola una unidad de desequilibrio de ligamiento (262.000 pb) hacia ambos lados. En esa región, se encuentran 880 genes que fueron *rankeados* por posible causalidad utilizando un algoritmo de aprendizaje automático. Finalmente, se cotejó el *ranking* obtenido con un listado de 401 genes diferencialmente expresados entre genotipos resistentes y susceptibles entre 48 y 72 horas *post*-infección frente a los tres patógenos, proveniente de un metaanálisis de datos transcriptómicos. Como resultado, se logró identificar un set de GC que podrían estar asociados a la resistencia múltiple a podredumbres de espiga y serán evaluados en estudios funcionales.

Palabras clave: podredumbres de espiga, genes candidatos, GWAS, SNP, transcriptómica.

Organizadores:



Ministerio de
**Agricultura,
Ganadería y
Alimentación**



Patrocinadores:



Con el apoyo de:



ISBN: 978-9978-68-296-8

