



# II Simposio Ecuatoriano del Maíz

Ciencia, Tecnología e Innovación

**Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia Tecnología e Innovación**

**Editores:**

María Gabriela Albán<sup>1</sup>, José L. Zambrano<sup>2</sup>, Galo Mario Caviedes<sup>1</sup>, Francisco Carvajal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingenierías, Carrera de Agronomía.

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

**Comité editorial:**

Galo M. Caviedes<sup>1</sup>, José L. Zambrano<sup>2</sup>, Galo Cedeño<sup>3</sup>, Francisco Carvajal<sup>1</sup>, Sofía Velásquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Colegio de Ciencias e Ingenierías, Carrera de Agronomía.

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

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta, Ecuador.

**Expositores:**

Juliana Albertengo, Victoria Alomía, Iván Analuisa, Xavier Andrango, Benny Avellán, Andrés Araujo, José Camacho, Ernesto Cañarte, Yamil Cartagena, Francisco Carvajal, Manuel Carrillo, Mario Caviedes, Galo Cedeño, George Cedeño, Francisco Clavijo, Carlos Congo, Mayra Falcones, Theodor Friedrich, Luciana Galizia, Favio Herrera, Narcisa Hidalgo, Santiago Jimenez, Nelly Lara, Ricardo Limongi, Victoria López, Karina Marín, Rafael Muñoz, José Bernardo Navarrete, Ebert Obando, Nelly Paredes, Iris Pérez, Ana Pincay, Wilmer Ponce, Carlos Sangoquiza, Cristian Subia, Alejandra Sánchez, Fernando Sánchez, Felix San Vicente, Alexander Solorzano, Christopher Suárez, Nedio Tormen, Henry Vacacela, Cristian Valdivieso, Emil Vega, José Velásquez, Sergio Vélez, Bertín Vélez, Elena Villacrés, Eddie Zambrano, José Luis Zambrano.

**USFQ PRESS**

Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador  
Septiembre 2023, Quito, Ecuador

ISBN: 978-9978-68-274-6

ISSN: 2528-7753

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

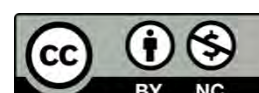
Simposio Ecuatoriano de Maíz : Ciencia, Tecnología e Innovación (2° : 2023 : Quito, Ecuador)  
Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz : Ciencia, Tecnología e Innovación / [editores, María Gabriela Albán, José L. Zambrano, Galo Mario Caviedes, Francisco Carvajal ; expositores, Juliana Albertengo ... [y otros]]. – Quito : USFQ Press, ©2023.  
p. cm. ; (Archivos Académicos USFQ, ISSN: 2528-7753 ; no. 49 (septiembre 2023))

ISBN: 978-9978-68-274-6

1. Maíz – Congresos, conferencias, etc. – 2. Maíz – Industria. – 3. Maíz – Producción. – 4. Maíz – Investigaciones. – 5. Tecnología de alimentos. – I. Albán, María Gabriela, ed. – II. Zambrano, José L., ed. – III. Caviedes, Galo Mario, ed. – IV. Carvajal, Francisco, ed. – V. Albertengo, Juliana, exp. – VI. Título. – VII. Serie monográfica

CLC: SB 191 .M2 S56 2023  
CDD: 633.15

OBI-180



*Citación recomendada de toda la obra:* Albán, M.G., Zambrano, J. L., Caviedes, G. M., Carvajal, F. (Ed.) (2023) Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación. Archivos Académicos USFQ, 49, 1–63

*Citación recomendada de un resumen:* San Vicente, F. (2023) CIMMYT y el desarrollo de híbridos tropicales de maíz (*Zea mays*) usando tecnologías modernas. Archivos Académicos USFQ, 49, 11

**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:**

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Universidad San Francisco de Quito USFQ.



**Empresas auspiciantes:**

Ecuauímica, Fertisa, Quimasa, Interoc, La Colina, Precisagro y Agripac.



**Con el gentil apoyo de:**

Red Latinoamericana del Maíz, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Revista Técnica Maíz y Soya, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Programa Amazonía sin Fuego (PASF), Fondo de Inversión Ambiental Sostenible (FIAS) y Fondo Ítalo-Ecuatoriano para el Desarrollo Sostenible (FIEDS).



**Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz,  
Ciencia, Tecnología e Innovación**

**María Gabriela Albán, José Luis Zambrano, Galo Mario Caviedes, Francisco Carvajal**  
Editores



## II Simposio Ecuatoriano del Maíz

### Tabla de contenido

<b>Presentación</b> .....	8
Agenda.....	9
<b>Resúmenes de Presentaciones Orales</b> .....	11
CIMMYT y el desarrollo de híbridos tropicales de maíz ( <i>Zea mays</i> ) usando tecnologías modernas.....	12
Aportes del INTA al desarrollo de germoplasma de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Argentina .....	13
Mejoramiento genético de maíces negros Andinos.....	14
Mejoramiento genético de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el INIAP.....	15
Microbioma del maíz: un aliado en la lucha contra la sequía .....	16
Influencia de la mecanización y fertilización sobre la morfología y rendimiento del híbrido de maíz INIAP-H 554 .....	18
Tecnologías de fertilización y bioestimulación de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en secano .....	20
Sistemas de producción de semilla de calidad del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Brasil .....	21
Multiplicación y mantenimiento de semilla de variedades de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) de libre polinización	22
Desafíos y tendencias para el control de enfermedades en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Brasil ..	24
Control de insectos plaga en maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	26
Agroecosistemas integrados con maíz en agricultura de subsistencia: operacionalizando el concepto de robustez de las redes de nitrógeno en sistemas agrícolas de pequeña escala .....	27
Principios básicos de la agricultura de conservación .....	28
Agroindustria del maíz ( <i>Zea mays</i> L.), lo que podría/debería ser... ..	29
Maíces de especialidad para tostación tradicional y microondas: cambios estructurales y propiedades de grano .....	30
<b>Resúmenes de Presentación de Posters</b> .....	31
Actividad plaguicida del aceite de higuera ( <i>Ricinus communis</i> ) sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en condiciones de laboratorio.....	32
Evaluación de la productividad de maíz suave ( <i>Zea mays</i> L.) “Blanco Local” con la inoculación de Fertibacter en Santán Grande, Cotopaxi.....	33
Efecto del manejo ecológico en el rendimiento del maíz amarillo local “Tusilla” ( <i>Zea mays</i> L) con la inoculación de Fertibacter y biol en la localidad de Pilatan Oriente, Cotopaxi .....	34
Hongos asociados a enfermedades foliares del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la provincia de Manabí .....	35
Determinación de grados días desarrollo en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el campus Salache UTC.....	36
Caracterización agro socio económica de productores de maíz ( <i>Zea mays</i> ), involucrados en el proyecto FIASA-INIAP, semillas andinas, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua.....	37
El rol de la agricultura de conservación en el mundo .....	38
Redes neuronales convolucionales ResNet-50, para la detección de gorgojo en granos de maíz en localidades de Manabí-Ecuador .....	39
Aprovechamiento de la biomasa residual de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) para la obtención de bioetanol.....	40
Influencia de las características físicas y la composición química en la capacidad de reventado de genotipos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....	41
Comportamiento agronómico de tres variedades de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) blanco harinoso para consumo humano en la provincia de Tungurahua .....	42
Mejoramiento genético de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) canguil de grano rojo en la Sierra del Ecuador .....	43
Potencial forrajero de tres variedades de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la zona alta lechera del sur ecuatoriano .....	44

Evaluación del comportamiento agronómico de la variedad de maíz chulpi ( <i>Zea mays</i> L.) INIAP 193 “Crocantito” en el campus Salache UTC .....	45
Evaluación del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.), variedades INIAP 101 e INIAP 122, con diferentes niveles de fertilización, bajo condiciones de riego y acolchado plástico .....	46
Importancia de la identificación de las etapas fenológicas del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) de altura y su manejo agronómico .....	47
Evaluación de familias de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) tipo Zhima para las provincias de Azuay y Cañar en el Ecuador.....	48
Sistema de producción de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) de la variedad Tusilla en la Amazonía ecuatoriana.....	49
Explorando la adaptabilidad del maíz criollo ( <i>Zea mays</i> L.) a la diversidad de pisos altitudinales y climas en el Litoral ecuatoriano .....	50
Efecto combinado de la fertilización y bioestimulación en la productividad de mazorcas y forraje de la variedad de maíz INIAP 543 – QPM .....	51
Exploración del potencial de <i>Trichoderma</i> spp. como estimulante del desarrollo radicular en cultivos de maíz bajo condiciones controladas.....	52
Efecto de diferentes estrategias de aplicación de un biofertilizante en el cultivo de maíz en la Estación Experimental Santa Catalina .....	53
Evaluación del rendimiento de maíz suave choclo ( <i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra en acolchado plástico en la Sierra del Ecuador .....	54
Progreso genético del primer ciclo de selección masal estratificada en una población de maíz criollo en la provincia de Manabí, Ecuador.....	55
Efecto de la fertilización y densidad de siembra sobre la producción de fitomasa verde en el maíz INIAP 543 QPM .....	57
Desempeño funcional de tres prototipos de máquinas manuales para desgranar maíz.....	58
Comportamiento de híbridos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en sistema transitorios con cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.).....	59
Reconocimiento de malezas presentes en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el sitio El Limón, Calceta .....	60
Experiencias desde la academia en beneficio de la producción de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la provincia de Manabí.....	61
Fertilización de fósforo en combinación con ZeoterA para el control de mancha de asfalto en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	62
Caracterización florística de arvenses en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el sitio El Junco, Tosagua .....	63
Efecto de metodologías de riego deficitario sobre la respuesta agroproductiva del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) bajo las condiciones climáticas de Manabí .....	64
Evaluación agronómica y productiva de poblaciones de maíz criollo colectados en Manabí, Ecuador..	65
Caracterización morfológica y patogénica de aislados de <i>Fusarium</i> spp. asociados a la pudrición de mazorca de maíz en Manabí.....	66



## **Memorias del II Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación**

### **Presentación**

El maíz es el principal cultivo transitorio del Ecuador. En el año 2022 se sembraron 375.908 ha de maíz duro seco y 57.309 ha de maíz suave, cifra que sumada superó ampliamente a otros cultivos de importancia en el país como arroz, banano, palma aceitera, caña de azúcar, entre otros. El maíz es uno de los cultivos de mayor importancia para la soberanía alimentaria del país, aportando alrededor del 7 % al Valor Agregado Bruto (VAB) Agropecuario.

En los últimos años el maíz amarillo duro que se cultiva principalmente en la Costa ha tenido incrementos importantes en el rendimiento; debido, entre otros, a la innovación en el uso de semillas certificadas, técnicas de nutrición de cultivo, riego y cadena de valor (agroindustria). Sin embargo, los efectos del cambio climático y otros aspectos relacionados con un manejo no adecuado del cultivo hacen que este no se desarrolle como se esperaba. Por otra parte, los maíces suaves cultivados en la Sierra no han incrementado de manera significativa el rendimiento y su cadena de valor se encuentra en estadios iniciales de desarrollo. En ambos casos, es necesario continuar con la investigación y el desarrollo de tecnologías que permitan aumentar rendimientos, reducir costos de producción y producir con calidad mediante la intensificación sostenible de la producción y el uso de buenas prácticas agrícolas.

En el país existen instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo de tecnologías relacionadas con el maíz. Es importante fomentar espacios que permitan intercambiar experiencias y conocimientos con el fin de proponer soluciones tecnológicas a los problemas que afectan la productividad de este importante cultivo. El II Simposio ecuatoriano del maíz se realizó en Calceta, provincia de Manabí, en el auditorio ubicado en la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), del 03 al 05 de octubre de 2023.

El Simposio fue organizado por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), con el apoyo del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la Red Latinoamericana de Maíz, la revista Maíz y Soya, El Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica y el auspicio de empresas privadas, quienes realizan investigación, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnologías e innovación para los diversos sistemas agrícolas en que se produce el maíz. En el evento, que incluyó un día de campo y presentaciones de posters, participaron expositores nacionales e internacionales de siete centros de investigación, ocho universidades y siete empresas privadas.

**II Simposio Ecuatoriano del Maíz****Agenda****Martes 3 de octubre de 2023**

<b>Hora</b>	<b>Tema</b>	<b>Expositor, Afiliación</b>
09:00	Acto de bienvenida e inauguración	Dra. Miryam Félix López, Rectora de la ESPAM MFL
09:10	CIMMYT, desarrollo de nuevos híbridos de maíz usando tecnologías modernas	Felix San Vicente, CIMMYT
09:50	Aportes del INTA al desarrollo de germoplasma de maíz en Argentina	Luciana Galizia, INTA
10:30	Receso	
11:00	Mejoramiento genético de maíces negros Andinos	Mario Caviedes, USFQ
11:40	Mejoramiento genético de maíz en el INIAP	José Luis Zambrano, INIAP
12:20	Presentación de posters	
13:00	Almuerzo (libre)	
14:30	<u>Presentación oral de trabajos seleccionados:</u> Microbioma del maíz: Un aliado en la lucha contra la sequía	Alejandra Sánchez, UTA
14:50	Distanciamiento y población de siembra en maíz Emblema Ultra	Carlos Peláez, INTEROC
15:10	Influencia de la mecanización y fertilización sobre la morfología y rendimiento del híbrido de maíz INIAP-H 554	Manuel Carrillo, INIAP
15:50	Tecnologías de fertilización y bioestimulación de maíz en secano	Galo Cedeño, ESPAM MFL
16:30	Cierre	

**Miércoles 4 de octubre de 2023**

<b>Hora</b>	<b>Tema</b>	<b>Expositor</b>
09:00	Sistemas de producción de semilla de calidad del maíz en Brasil	Ebert Obando, LIMAGRAIN
09:40	Multiplicación y mantenimiento de semilla de variedades de maíz de libre polinización	José Velásquez, INIAP
10:20	Receso	
10:40	Desafíos y tendencias para el control de enfermedades en el cultivo de maíz en Brasil	Néδιο Tormen, Instituto Phytus/STAPHYT
11:20	Control de insectos plaga en maíz	Ernesto Cañarte, INIAP
12:00	Agroecosistemas integrados con maíz en agricultura de subsistencia: operacionalizando el concepto de robustez de las redes de	Victoria Alomía, USFQ

	nitrógeno en sistemas agrícolas de pequeña escala	
12:40	Presentación de posters	
13:10	Almuerzo (libre)	
14:30	Principios básicos de la Agricultura de Conservación	Juliana Albertengo/ Theodor Friedrich, ICCINET
15:10	Agroindustria del maíz, lo que podría/debería ser...	Francisco Carvajal, USFQ
15:50	<u>Presentación oral de trabajos seleccionados:</u> Maíces de especialidad para tostación tradicional y microondas: cambios estructurales y propiedades de grano	Nelly Lara, UCE-UPN
16:10	Control de enfermedades en el cultivo de maíz	Jesus Caripe, INTEROC
16:30	Cierre	

**Jueves 5 de octubre de 2023**

<b>Hora</b>	<b>Tema</b>	<b>Responsables</b>
08:00	Registro de participantes al día de campo	Organizadores
09:00	Recorrido Stands y Parcelas: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Programa Amazonía Sin Fuego Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL) QUIMASA INTEROC FERTISA PRECISAGRO ECUAQUIMICA LA COLINA AGRIPAC	Instituciones y empresas
12:30	Refrigerio (se realizará en el Bambusario de CIIDEA, ESPAM MFL)	ESPAM MFL Comité Organizador
14:00	Cierre	

## **Resúmenes de las presentaciones orales**

## **CIMMYT y el desarrollo de híbridos tropicales de maíz (*Zea mays*) usando tecnologías modernas**

Felix San Vicente-García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Texcoco, México.*

*\*Autor para correspondencia, e-mail: [f.sanvicente@cgiar.org](mailto:f.sanvicente@cgiar.org)*

### **Resumen**

Esta presentación pretende revisar la evolución del mejoramiento del maíz en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la última década. Este periodo se ha caracterizado por el énfasis total en desarrollo de híbridos simples y triples para los diferentes ambientes objetivos en África Subsahariana, América Latina y Asia. La definición de mega ambiente construido alrededor de condiciones de crecimiento similares, complejos de plagas y enfermedades, tipo de grano y preferencias de color en los países en desarrollo 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, redefinición de perfiles de productos y nueva ciencia, en particular doble haploides, 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, manufactura, evaluación y entrega de productos. Todo este proceso está controlado por una estrategia de mejoramiento continuo con entregables claros y medibles. 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 el paso firme respecto a la oferta tecnológica y su implementación en programas públicos de mejoramiento genético. Mientras tanto, el programa de maíz del CIMMYT ha demostrado ser ágil y receptivo a las nuevas amenazas de necrosis letal del maíz y mancha de asfalto en África y América Latina, lo que ha demostrado una vez más el valor de las iniciativas internacionales coordinadas de mejoramiento del maíz respaldadas por fondos adecuados.

**Palabras clave:** Mejoramiento genético, maíz, híbridos, ganancia genética, selección genómica.

## **Aportes del INTA al desarrollo de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) en Argentina**

Luciana Ayelen Galizia<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.*

<sup>2</sup>*Cátedra de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

\*Autor para correspondencia, email: [galizia.luciana@inta.gob.ar](mailto:galizia.luciana@inta.gob.ar)

### **Resumen**

El Programa de Mejoramiento de Maíz del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) tiene sus orígenes hace más de 100 años, previo a la creación del INTA en 1956. A lo largo de su historia ha provisto a los agricultores y la industria semillera de germoplasma templado y subtropical. En la actualidad cuenta con 5 unidades en diferentes puntos del país que realizan desarrollo de germoplasma: (i) subtropical en el IIACS Leales y en las Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA) El Colorado y Cerro Azul, (ii) templado en la EEA Pergamino, y (iii) templado×subtropical en la EEA Manfredi. Estas unidades, en colaboración con más de 10 unidades que realizan evaluación, aportan germoplasma al medio productivo. De manera directa, a través de híbridos y variedades de polinización abierta, e indirecta, con el desarrollo de líneas endocriadas y poblaciones segregantes que añaden variabilidad genética a los programas de mejoramiento privados. Además, el Programa provee de germoplasma al sistema científico local, para su uso en diversos proyectos de investigación, y acompaña actividades de mejoramiento participativo, en las que son los agricultores quienes llevan adelante el desarrollo de su propio germoplasma. Con una mirada a largo plazo, el principal objetivo del Programa de Mejoramiento de Maíz es el aumento del potencial productivo y de la adaptabilidad a los principales factores, bióticos y abióticos, que limitan el rendimiento, sin descuidar la calidad nutricional. Para ello, se emplean métodos de mejoramiento tradicionales, como la selección recurrente y el reciclaje de líneas élite, complementados con herramientas biotecnológicas, como la selección asistida por marcadores moleculares y la introgresión de transgenes que otorgan resistencia a insectos. Algunas tecnologías, como el uso de haploides duplicados y la selección genómica están siendo desarrolladas para su implementación futura. A su vez, el programa participa, junto con el área de biotecnología del INTA, en el estudio del potencial que poseen nuevos eventos transgénicos que brindan tolerancia a estrés abiótico y a la fertilización con fosfitos.

**Palabras clave:** biotecnología, genética aplicada, mejoramiento genético, variabilidad genética, *Zea mays*.

## Mejoramiento genético de maíces negros Andinos

Mario Caviedes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad San Francisco de Quito. Ingeniería Agronómica. Cumbayá, Ecuador

\*Autor para correspondencia, e-mail: [mcaviedes@usfq.edu.ec](mailto:mcaviedes@usfq.edu.ec)

### Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador es uno de los cereales más importantes para la alimentación humana y animal; y es cultivado en tres de las cuatro regiones del territorio nacional. En la Costa y el Oriente, predomina el cultivo de maíces de tipo duro y amarillo, con una superficie estimada de 362 473 hectáreas (ha), y en la Sierra, se cultiva maíces de tipo harinoso y morocho de diferentes colores, en una superficie estimada de 57 309 ha. Uno de los tipos de maíz que se producen en la Sierra, con mejores componentes nutricionales, es el maíz negro o morado, cuyo origen proviene de la raza ecuatoriana denominada “racimo de uva”, y su composición presenta entre un 8-11% de proteína; alrededor de 2-3% de grasa; entre 70-80% de almidón y un 10% de azúcares. Además, aporta fósforo, provitamina A y vitamina E. Su componente más importante son los fenoles y las antocianinas, por lo que se lo considera, un alimento funcional y nutracéutico (alimento y medicina a la vez). En la carrera de Ingeniería en Agronomía, de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), se han desarrollado poblaciones y variedades experimentales de maíz negro o morado, utilizando metodologías de mejoramiento genético convencional y biología molecular en el período 2006-2023, en el mismo, se desarrollaron dos poblaciones de diferente origen, líneas S2 y dos variedades experimentales (USFQ-1 Y USFQ-2). En los cinco últimos años, se realizaron procesos de selección en planta y grano, cuantificación del contenido de antocianinas y mejoras en la textura del grano y la productividad, en las dos variedades. En los dos últimos ciclos 2021-2022 y 2022-2023, utilizando el método convencional de medios hermanos, se continuó con la selección e incremento de su semilla, con fines de producción comercial. Se cuantificaron en las dos variedades 10 variables agronómicas: floración masculina y femenina; altura de planta y mazorca grosor del tallo; longitud y diámetro de mazorca; número de hileras por mazorca; número de granos por hilera; y rendimiento ajustado al 15% de humedad. Se realizaron pruebas estadísticas de “t” pareada entre las dos variedades, para determinar su comportamiento, en base a las 10 variables y comparaciones con la misma prueba estadística, a las dos variedades, con un testigo proveniente del Perú, la variedad mejorada de maíz morado INIA-601. Los resultados, mostraron diferencias estadísticas significativas, entre las dos variedades experimentales, siendo la variedad USFQ-2, superior para tres características: rendimiento de grano, longitud de mazorca y número de granos por hilera, no encontrándose diferencias para las otras siete variables. En la comparación con el testigo (INIA-601), se encontró que la variedad USFQ-2, superó significativamente en rendimiento de grano, no encontrándose diferencia para las otras variables. Con base en estos resultados, se concluye que la variedad USFQ-2, tiene el mayor potencial para un posterior proceso de producción comercial de semilla.

**Palabras clave:** antocianinas, fenoles, maíz negro, medios hermanos, rendimiento, Variedades experimentales.

## Mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) en el INIAP

José Luis Zambrano\*<sup>1</sup>

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

\*Autor para correspondencia, e-mail: [jose.zambrano@iniap.gob.ec](mailto:jose.zambrano@iniap.gob.ec)

### Resumen

El mejoramiento genético de maíz en el Ecuador se inició en el año de 1952 en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), ubicada en el centro del país en la región Litoral o Costa, con personal en su mayoría extranjero y el financiamiento del Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura (SCIA). A partir de 1963 la EETP pasa a depender del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que en 1961 había iniciado trabajos de mejoramiento genético con la creación del Programa de Maíz en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) ubicada al sur de Quito. Desde esa época el INIAP realiza mejoramiento genético del maíz en el Ecuador, generando variedades para los valles interandinos de la Sierra y para las zonas tropicales húmedas y secas de la región Litoral o Costa. El INIAP ha generado hasta la fecha 22 variedades para la Sierra y 25 variedades, incluido 9 híbridos, para la Costa. Los trabajos de fitomejoramiento de maíz para la Sierra iniciaron con la selección de variedades locales e introducción de variedades de Colombia, Perú, Guatemala y México. El mejoramiento de variedades locales incluyó actividades de colecta y caracterización de semillas nativas. Los procesos de mejoramiento con variedades introducidas incluyeron la generación de híbridos intervarietales y la generación de líneas para formar variedades sintéticas, en busca de incrementar el rendimiento de grano y forraje, mejorar uniformidad del cultivo y la resistencia a enfermedades. Posteriormente se formaron poblaciones de amplia base genética (pooles) y se utilizó el método de mejoramiento por medios hermanos para generar variedades de libre polinización, con énfasis en materiales criollos y resistencia a la pudrición de mazorca (*Fusarium moniliforme*). En los últimos 15 años el Programa de Maíz de la Sierra ha enfatizado el mejoramiento de variedades locales con potencial agroindustrial, liberado en 2017 la variedad de maíz negro INIAP-199 “Racimo de Uva” y en 2022 la variedad de maíz chulpi INIAP-193 “Crocantito” con rendimientos de entre 2 y 4 t ha<sup>-1</sup>. En la Costa el trabajo ha estado direccionado a mejorar el rendimiento de grano, pero últimamente se está enfocando además en el estudio de semilla local para rescatar al maíz criollo y en la generación de híbridos para la producción de forraje de calidad. Hasta la década del setenta el mejoramiento genético en la Costa se concentró en generar variedades sintéticas y cruces intervarietales con germoplasma criollo e introducido desde Colombia, Venezuela y México. En 1976 el INIAP firmó un convenio de Cooperación con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) mediante el cual se implementó una sede del Centro en el INIAP y se aceleraron los procesos de mejoramiento genético debido a una mayor disponibilidad de germoplasma avanzado, que permitió generar híbridos y variedades con alta calidad de proteína (QPM). La sede del CIMMYT se mantuvo en el Ecuador por alrededor de 10 años. Los últimos híbridos de maíz generados por el INIAP para la Costa son INIAP H-248 “Soberano” e INIAP-



H554 “Renacer” en los años 2017 y 2021 respectivamente, con rendimientos de grano que van de 7 a 12 t ha<sup>-1</sup>, utilizando en parte germoplasma introducido de CIMMYT.

**Palabras clave:** CIMMYT, Ecuador, genética, fitomejoramiento, maíz, rendimiento.

### **Microbioma del maíz: un aliado en la lucha contra la sequía**

Alejandra Sánchez<sup>1,2</sup>, Ángel Lozada<sup>3</sup>, Héctor Calle<sup>3</sup>, Felipe Urresta<sup>4</sup>, Brigitte Garzón<sup>4</sup>, Darío Ramírez<sup>2</sup>, Antonio León-Reyes<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>*Facultad de Ciencias en Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Ambato*

<sup>2</sup>*Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito. Ecuador*

<sup>3</sup>*Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador*

<sup>4</sup>*Biosequence SAS. Checoslovaquia y Eloy Alfaro, Quito-Ecuador*

\*Autor para correspondencia, email: [aleon@usfq.edu.ec](mailto:aleon@usfq.edu.ec)

#### **Resumen**

El incremento de la temperatura global tiene consecuencias devastadoras a distintos niveles en el medio ambiente, una de ellas es la sequía. Se considera a la sequía como la escasez de precipitaciones durante largos periodos de tiempo. El incremento de la frecuencia de sequías y el consiguiente déficit hídrico en la agricultura pone en peligro la seguridad alimentaria de más de mil millones de personas. Una de las soluciones tradicionales ha sido el desarrollo de variedades tolerantes por medio del mejoramiento genético, pero este proceso es lento y costoso. Varios estudios científicos han demostrado las estrechas relaciones entre las plantas y los microorganismos coexistentes, como estimular rutas de defensa temprana y preparar a las plantas para enfrentar el estrés. Recientemente, se han observado que existen cambios en la diversidad del microbioma radicular cuando una planta se encuentra bajo estrés abiótico. El cultivo de maíz tiene importancia comercial y es un cultivo amenazado por cultivarse en lugares sin riego constante y a expensas de las lluvias, pero ahora, ¿que sabemos del microbioma del maíz andino ecuatoriano bajo sequía? En este estudio, en una primera instancia, describimos el microbioma de 3 variedades de maíz andino ecuatoriano (PEPA & INIAP-122) bajo estrés de sequía, donde encontramos diferencias significativas entre la diversidad de la rizosfera y endosfera, adicionalmente, se identificó la presencia de taxones altamente relacionados con la tolerancia a la sequía, permitiendo inferir que, luego de una ardua adaptación del suelo y el maíz a la sequía se han reclutado únicamente taxones con habilidad de inducir tolerancia a la sequía. Gracias a las características climáticas de la parroquia de Malchinguí, en el cantón Pedro Moncayo (Provincia de Pichincha-Ecuador), pudimos sembrar las plantas en un suelo con historial de sequía. Una vez que describimos el microbioma del suelo de Malchinguí y con el objetivo de analizar el impacto del microbioma en el crecimiento de las plantas bajo estrés de sequía, sembramos maíz en un suelo estéril y con su microbioma conservado. Las plantas cultivadas en un suelo estéril mostraron indicios de estrés a los 2 días con una conductancia estomática inferior a 100mmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, las plantas cultivadas en suelo con microbioma conservado toleraron más de 7 días de sequía absoluta, manteniendo turgencia, y, por el contrario, aquellas cultivadas en un suelo estéril fueron visiblemente sensibles a la

sequía. La genética de la planta juega un rol importante en la tolerancia a la sequía, ya que pudimos observar que las plantas de la variedad INIAP-122 fueron más grandes que PEPA, no obstante, aquellas plantas cultivadas en el suelo estéril fueron más grandes.

**Palabras clave:** microbioma vegetal, fisiología vegetal, maíz, sequía.

## **Influencia de la mecanización y fertilización sobre la morfología y rendimiento del híbrido de maíz INIAP-H 554**

Manuel Carrillo Zenteno<sup>1,2\*</sup>, Nancy Loor Verduga<sup>1</sup>, Wuellins Durango Cabanilla<sup>1</sup>, Colling Cobeña<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP). Mocache, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Quevedo, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, email: [manuel.carrillo@iniap.gob.ec](mailto:manuel.carrillo@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz (*Zea mays* L.) a nivel mundial es considerado como uno de los cereales más importantes por su rol en la dieta de la población. Su rendimiento no solo depende de la genética y nutrición, sino que es muy importante también conocer las condiciones físicas del suelo y sus necesidades de mecanización; por tanto, se realizó una investigación en los terrenos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del INIAP, con el objetivo de conocer el efecto de la mecanización del suelo, fertilización edáfica y foliar sobre las características morfológicas y rendimiento del híbrido de maíz INIAP H-554 sembrado en suelo con historial de más de 10 años bajo sistema de siembra directa y los tratamientos de fertilización edáfica. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con parcelas sub divididas con 12 tratamientos y tres repeticiones. Los promedios fueron comparados usando la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Las parcelas grandes correspondieron a la mecanización (con y sin), medianas a fertilización edáfica (testigo absoluto, NPN y completa) y pequeñas a fertilización foliar (con y sin fosfito de potasio). Se evaluaron inicialmente características morfológicas y de rendimiento del cultivo. Como resultados se encontraron que el diámetro del tallo y altura de planta, con fertilización edáfica completa en combinación con la fertilización foliar aumentó el desarrollo de las plantas. El índice de clorofila fue superior usando fertilización completa, foliar y mecanización en comparación con los demás tratamientos durante las épocas lluviosa y seca. En época lluviosa, el área foliar fue superior con el tratamiento sin mecanización y con fertilización edáfica completa y foliar, encontrando acame de raíz y tallo solo en época lluviosa, donde el tratamiento con mecanización y fertilización edáfica completa y foliar presentó promedios de acame de raíz de 12,5% y en este mismo tratamiento sin mecanización no se observaron plantas acamadas. Los mayores rendimientos de maíz se presentaron con el tratamiento de fertilización completa, sin mecanización y sin fertilización foliar ( $4469 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en la época lluviosa; y con fertilización edáfica completa, con mecanización y sin fertilización foliar ( $4597 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en la época seca. Para la época lluviosa la fertilización edáfica provocó incrementos en el rendimiento superior a los 230% y en época seca mayor a 800%, cuando comparados con el testigo absoluto. Como conclusión se tiene que la fertilización incrementa los rendimientos del cultivo, especialmente en época seca y que no siempre es necesario mecanizar el suelo para la siembra del maíz, porque en época lluviosa se podría provocar acame de plantas, que afectan el rendimiento del cultivo.

**Palabras clave:** Acame, densidad del suelo, fertilización foliar, índice de clorofila, índice foliar.

## Tecnologías de fertilización y bioestimulación de maíz (*Zea mays* L.) en secano

Galo Cedeño García<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Grupo de investigación Manejo Sostenible de Suelos y Aguas. Calceta, Ecuador.*

*\*Autor para correspondencia, email: [gcedeno@espam.edu.ec](mailto:gcedeno@espam.edu.ec)*

### Resumen

La eficiencia de la fertilización granulada en banda superficial tiende a ser baja en maíz de secano debido a la escasez de humedad en la superficie del suelo cuando se ausentan las lluvias, y por el arrastre del fertilizante cuando se presentan lluvias fuertes. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tecnologías de fertilización y bioestimulación en localidades maiceras de Manabí. En tres localidades de Manabí durante las temporadas seca 2022 (terreno plano y riego por goteo) y lluviosa 2023 (terreno inclinado), se evaluaron los tratamientos de fertilización granulada dosis media + bioestimulación (T1), fertilización granulada dosis alta + bioestimulación (T2), fertilización hidrosoluble dosis media + bioestimulación (T3), fertilización hidrosoluble dosis alta + bioestimulación (T4), fertilización incorporada dosis media + bioestimulación (T5), fertilización incorporada dosis alta (T6) y fertilización convencional sin bioestimulación (T7). Los tratamientos fueron probados en dos híbridos comerciales que fueron INIAP H-601 y Emblema Ultra. Con cada híbrido se estableció un diseño de bloques completos al azar. Las variables registradas fueron rendimiento de grano (RG) y rentabilidad económica (RE). Los tratamientos de fertilización evaluados influyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) en el RG en todas las localidades e híbridos evaluados dentro de cada temporada. En el híbrido INIAP H-601 dentro de la temporada seca 2022, los mayores RG fueron logrados por los tratamientos T2, T4 y T6 con 8.50, 8.52 y 8.63 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De manera similar, se presentó para el híbrido Emblema Ultra, donde los tratamientos T2, T4 y T6 lograron el mayor RG con 10.55, 10.43 y 10.81 t ha<sup>-1</sup>, en su orden respectivo. Durante la temporada lluviosa 2023, los tratamientos con mayor RG en INIAP H-601 fueron T3, T4, T5 y T6 con 8.10, 8.53, 8.29 y 8.56 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. De igual manera para el híbrido Emblema Ultra los tratamientos T3, T4, T5 y T6 lograron el mayor RG con 8.98, 9.91, 9.65 y 10.17 t ha<sup>-1</sup>. A comparar los promedios de todos los tratamientos de fertilización con bioestimulación con el tratamiento sin bioestimulación (T7), se determinó que la bioestimulación puede incrementar el RG entre un 15 a 20%. Desde lo económico, en terrenos planos y con riego asegurado los tratamientos de fertilización granulada y líquida logran una RE mayor al 74%. Mientras que en terrenos inclinados y bajo condiciones de secano la fertilización líquida y enterrada ofrecen mejores ventajas económicas, con RE superior al 55%. La bioestimulación es conveniente para lograr mayor RG y RE en maíz de secano.

**Palabras clave:** bioestimulación, fertilización, maíz de secano, rendimiento, rentabilidad.

## Sistemas de producción de semilla de calidad del maíz (*Zea mays L.*) en Brasil

Ebert Obando-Flor<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> *Limagrain, Brasil*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [ebert.obando@limagrain.com](mailto:ebert.obando@limagrain.com)

### Resumen

El área sembrada de maíz (*Zea mays*) en Brasil se ha incrementado considerablemente, teniendo una proyección para el año 2023 de 22 millones de hectáreas. Siendo primordial para este crecimiento, el fortalecimiento del sistema nacional de semillas con la participación de todos los actores, de manera fundamental: El Ministerio de Agricultura (mediante la emisión de leyes y ejecución de la bioseguridad), Secretaría de los Estados (con roles de certificación y obtención de nuevos cultivares, fiscalización de la producción y comercio), los centros de investigación (mediante la obtención de nuevos cultivares, producción de semilla genética y básica e investigación en tecnología de semillas), las universidades (tienen un rol importante en la educación, especialización con grados de maestría y doctorado, investigación en tecnología de semillas y obtención de nuevos cultivares), productores de semillas (a través de cooperativas y cooperantes), empresas privadas (con la obtención de nuevos cultivares, investigación, desarrollo y comercialización), asociaciones, proveedores de insumos entre otros. De la misma manera, vienen siendo adoptado cada vez más el uso de *traits* y tecnologías por los agricultores. Y por último, la implementación y uso del Sistema de Gestión de Calidad dentro de todo el proceso de producción de semillas ha sido fundamental para que las semillas lleguen hasta el productor con calidad genética, física, fisiológica y genética. Este proceso tiene como objetivo poder rastrear los procesos desde la producción en campo, inspecciones de las mismas, procesamiento de semillas, almacenamiento, logística, control de calidad y ventas. Como consecuencia de la adopción de los parámetros mencionados es factible tener en el mercado semillas de maíz con certificación, en torno de 93 %, que permite asegurar al productor un insumo con garantía.

**Palabras clave:** Brasil, calidad, semilla, maíz.

## **Multiplicación y mantenimiento de semilla de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de libre polinización**

José Sergio Velásquez-Carrera\*<sup>1</sup>, Marco Andrés Araujo-Jaramillo<sup>1</sup>, José Luis Zambrano-Mendoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Ecuador*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [jose.velasquez@iniap.gob.ec](mailto:jose.velasquez@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

En los Andes americanos y especialmente en el Ecuador, los maíces amiláceos cultivados sobre los 2 000 metros sobre el nivel del mar tienen un alto impacto en la sociedad, puesto que son parte de la economía, cultura y dieta de gran parte de la población, que lo ha mantenido por miles de años con las tradiciones, costumbres y creencias propias de cada zona, siendo parte de la vida de cada pueblo. En la Sierra ecuatoriana anualmente se siembran aproximadamente 75 000 ha con variedades de polinización libre (VPL). Esta superficie es parte de los millones de hectáreas que se siembran anualmente con VPL en países en vías de desarrollo, porque aún reúnen características apropiadas y deseadas para esas regiones, en las que, las prácticas agrícolas ancestrales, tradicionales y culturales son todavía usadas. En estos países, los programas de investigación han desarrollado variedades mejoradas de polinización libre a partir de variedades locales, destacando atributos importantes como tipo y color de grano, tamaño de planta, altura de inserción de la mazorca, calidad culinaria y otras características deseadas por el agricultor que les permitan ajustarse a las tradiciones, costumbres, gustos y cultura de cada región. El maíz, es una de las especies alógamas o de polinización cruzada más versátiles y estudiadas. Por la forma, ubicación, características y tamaño de flores e inflorescencias, ofrece muchas ventajas y oportunidades para aprovechar la heterosis y desarrollar variedades de polinización libre e híbridos. Las variedades de polinización libre son sembradas comúnmente por pequeños y medianos agricultores que utilizan el maíz para ser comercializado en negocios de comidas típicas de cada zona, así como también para su autoconsumo, mientras que, los híbridos son sembrados por grandes agricultores y empresas que utilizan la producción en procesos agroindustriales principalmente destinados a la elaboración de alimento humano y animal y que, a su vez, pueden ser distribuidos al mundo entero. Cabe recalcar, que los procedimientos involucrados en la producción de semilla híbrida de maíz están muy bien establecidos, fundamentados, normados y documentados; lo que no sucede con las variedades de polinización libre, , por esta razón, es necesario generar procedimientos para el mantenimiento, desarrollo y multiplicación de esta semilla que sigue siendo de gran importancia para una sociedad que sigue creciendo y necesita satisfacer sus necesidades alimenticias. Las variedades de polinización libre, que generalmente son maíces nativos, originarios, criollos, adaptados o mejorados con características especiales, son aquellos que se polinizan en el campo de manera natural y no requieren procedimientos especiales para la polinización. En general, esta semilla es capaz de enfrentar de mejor manera el ataque de enfermedades, condiciones adversas de clima, suelos, sequías y plagas, debido a su amplia diversidad genética, una vez formadas las VPL, los agricultores pueden sembrarlas y utilizar parte de su producción como semilla para el siguiente ciclo, utilizando

procedimientos sencillos y de esta manera no tiene la necesidad de comprar semilla todas las campañas agrícolas, sabiendo que la semilla es de fundamental importancia para garantizar una mayor producción y rentabilidad.

**Palabras clave:** alógama, Andes, calidad de semilla, chacra, polinización, vigor.

## Desafíos y tendencias para el control de enfermedades en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Brasil

Nélio Rodrigo Tormen<sup>1\*</sup>, João Antônio Barbosa Silva<sup>1\*</sup>, Emily Dias Monteiro Guimarães<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Staphyt Brasil. Estación Experimental de Formosa, Goiás, Brasil.

\*Autor para correspondencia: [ntormen@staphyt.com](mailto:ntormen@staphyt.com)

### Resumen

El maíz es una de las especies de plantas más importantes económicamente para Brasil, siendo la base alimentaria de una amplia cadena de producción de proteína animal y con varios productos dirigidos al consumo humano. Actualmente ocupa 22 millones de hectáreas en Brasil, quedando solo detrás de la soja en área cultivada, con una producción anual de 129 millones de toneladas de granos. Existen tres sistemas principales de cultivo de maíz, caracterizados como primera cosecha, segunda cosecha y tercera cosecha, donde la diferencia principal entre estos sistemas es la época de siembra. El maíz de primera cosecha se cultiva a finales de agosto, especialmente en las regiones del Sur, Sudeste y Nordeste, mientras que la siembra del maíz de segunda cosecha generalmente ocurre a partir de enero y se concentra en la región Centro-Oeste de Brasil. Estos dos sistemas son responsables de más del 97% del área cultivada actualmente. En los últimos 20 años, el área cultivada de maíz ha aumentado en 8,9 millones de hectáreas, lo que representa un crecimiento anual de 448 mil hectáreas (3,4%). Además del crecimiento absoluto registrado en este período, el maíz ha experimentado modificaciones profundas en el sistema de cultivo. Hace 20 años, el maíz de primera cosecha representaba el 73% del total del área cultivada, pasando a solo el 20% en la cosecha 2022/23 debido al gran crecimiento del área de maíz de segunda cosecha, que en este período aumentó de 3,5 a 17,5 millones de hectáreas, con un crecimiento anual del 19%. Las enfermedades en el cultivo de maíz están ganando gran importancia dentro del sistema de cultivo, lo cual está directamente relacionado con la evolución y las modificaciones en el sistema de producción, como la expansión de la frontera agrícola, la ampliación de las épocas de siembra, la adopción de sistemas de siembra directa sin rotación de cultivos, el uso de híbridos susceptibles y el aumento del área irrigada en la región central del país. Actualmente, diversas enfermedades ocurren en el maíz causando daños económicos, entre las cuales podemos destacar los patógenos causantes de enfermedades foliares como *Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*, *Exserohilum turcicum*, *Puccinia polysora*, *Puccinia sorghi*, *Cercospora zae-maydis*, *Bipolaris maydis*, *Stenocarpella macrospora* y el complejo de enanismo causado por mollicutes *Spiroplasma kunkelli* y *Maize bushy stunt phytoplasma*. También existen varios patógenos asociados a enfermedades del tallo, como *Fusarium verticillioides*, *Giberella zae*, *Stenocarpella* sp. y *Colletotrichum graminicola*. En las últimas cosechas, debido principalmente al cambio en los sistemas de cultivo y la expansión del cultivo en áreas irrigadas, las enfermedades causadas por *Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*, *Exserohilum turcicum*, *Bipolaris maydis*, *Stenocarpella* sp. y el complejo de enanismo causado por mollicutes se han destacado como las más importantes. A pesar de la existencia de resistencia genética contra algunos de estos patógenos, el principal método de control para las enfermedades ha sido la aplicación de fungicidas en la parte aérea, especialmente de los grupos químicos estrobilurinas, triazoles, carboxamidas, benzimidazoles y multisitios. La utilización



de híbridos cada vez más productivos en un sistema de cultivo que favorece el aumento del nivel de inóculo de patógenos apunta hacia un escenario cada vez más desafiante para el manejo de enfermedades en el maíz, lo que hace indispensable la expansión de la investigación para buscar una mayor comprensión de las relaciones entre la genética de los híbridos de maíz, el sistema de cultivo y las poblaciones de patógenos causantes de enfermedades.

**Palabras clave:** enfermedades fungicidas, híbridos, maíz, sistema de cultivo.

## Control de insectos plaga en maíz (*Zea mays* L.)

Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermúdez<sup>1\*</sup>, José Bernardo Navarrete-Cedeño<sup>1</sup>

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

\*Autor para Correspondencia: [ernesto.canarte@iniap.gob.ec](mailto:ernesto.canarte@iniap.gob.ec)

### Resumen

El cultivo de maíz en Ecuador es afectado por una diversidad de insectos-plaga que pueden alimentarse de todos los órganos de la planta. Se reportan plagas del suelo que devoran raíces tiernas o trozan las plantas durante los primeros 21 días de establecidas, como *Phyllophaga* spp. y *Agrotis ipsilon*. Posteriormente, actúan defoliadores entre ellos *Spodoptera frugiperda*, *Mocis latipes* y *Diatraea saccharalis*, consideradas plagas clave del maíz y a nivel de mazorca *Helicoverpa* spp. Otro grupo perjudicial son *Dalbulus maidis*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* y *Frankliniella* sp. importantes vectores de enfermedades virales como la “cinta roja” y “necrosis letal”. Ante esta problemática, los productores escogen como única opción el control químico con las implicaciones que su mal uso conlleva. El INIAP, viene desarrollando alternativas biorracionales enmarcadas en el Manejo Integrado de Plagas, que involucran, la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, incluyendo el uso racional de plaguicidas. Se ha determinado la efectividad del tratamiento a la semilla con sustancias de acción por ingestión, sistémica o doble acción. La aplicación en “drench” de sustancias de acción sistémica, es eficiente para reducir significativamente poblaciones de vectores y la incidencia de virus. Se ha evaluado la aplicación en rotación de una diversidad de plaguicidas (botánicos, biológicos, químicos). Desde hace más de 30 años, el INIAP ha generado estudios para el control de insectos-plaga en maíz a base de sustancias botánicas como, el nim *Azadirachta indica* y desde el 2016, con aceites formulados de piñón *Jatropha curcas* e higuera *Ricinus communis*, con aceptables resultados sobre la mortalidad e infestación de *S. frugiperda* en maíz. Existe por otro lado, una gran riqueza y abundancia de controladores biológicos en la zona maicera del país; entre ellos, depredadores de importantes familias como Carabidae, Cicindellidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Dolichopodidae, Reduviidae, Vespidae; parasitoides, como Trichogrammatidae, Scelionidae, Tachinidae, Braconidae, Chalcididae, Dryinidae, y entomopatógenos, como *Verticillium* y *Metarhizium*, que actúan naturalmente, controlando poblaciones de varias plagas, a lo que se suma la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Dentro de los organosintéticos, se han estudiados una amplia gama de sustancias de nueva generación, tomando en consideración, el hábito alimenticio de estos herbívoros, la menor toxicidad, respetando las dosis y frecuencias inicialmente recomendadas. Se concluye entonces que, existen una amplia gama de opciones para el manejo integrado de las plagas del maíz, que buscan la menor interferencia al ambiente y a los enemigos naturales, quienes aportan naturalmente al control biológico de importantes plagas de este cultivo.

**Palabras clave:** aceites vegetales, controladores biológicos, manejo integrado, *Zea mays* L.

## **Agroecosistemas integrados con maíz en agricultura de subsistencia: operacionalizando el concepto de robustez de las redes de nitrógeno en sistemas agrícolas de pequeña escala**

Victoria Alomia-Hinojosa<sup>1</sup>, Jeroen Groot<sup>2</sup>, Erika Speelman<sup>2</sup>, Stephanie Alvarez<sup>2</sup>, Andrew Mc. Donald<sup>3</sup>, Pablo Tiltonell<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito, Ingeniería en Agronomía. Cumbayá, Ecuador.

<sup>2</sup> Wageningen University and Research, Wageningen, Países Bajos.

<sup>3</sup> Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). Oficina Regional de Asia del Sur, Katmandú, Nepal.

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [valomia@usfq.edu.ec](mailto:valomia@usfq.edu.ec)

### **Resumen**

La agricultura familiar o de pequeña escala juega un papel primordial en el abastecimiento de alimentos básicos. Según la FAO, este tipo de sistemas producen alrededor de 80% de alimentos mundiales en términos de valor. Lo mismo ocurre en países de América Latina, como por ejemplo el caso de Ecuador, en donde la agricultura familiar produce alrededor del 70% de maíz del total de la producción nacional. Por lo general estos sistemas de maíz de pequeña escala se caracterizan por ser diversos y mixtos, pero con bajos niveles de productividad y sostenibilidad. El Nitrógeno (N) es usualmente el nutriente limitante en fincas de pequeña escala, por lo que la identificación de mejoras en los usos de este nutriente es primordial. En este estudio utilizamos el análisis de redes ecológicas (ARE) para estudiar las redes de N en pequeños sistemas agrícolas basados en la producción de maíz con el objetivo de explorar la robustez de los flujos de nutrientes, que representa la habilidad del sistema de mantener su funcionamiento (balance entre organización y flexibilidad adaptativa). Identificamos los problemas que limitan el funcionamiento de dichos sistemas y exploramos como cambia la robustez del sistema, aumentando la productividad de los cultivos. Utilizamos el modelo FarmDESIGN para evaluar los flujos de N y para explorar el impacto de la intensificación de cultivo en las redes de N en diferentes tipos de fincas. Los resultados revelaron que las fincas de tres diferentes agroecosistemas reciclan solo una pequeña parte del N que fluye en el sistema por lo cual presenta grandes pérdidas y gran dependencia de importaciones de N en forma de forraje. Las redes de N en todos los agroecosistemas son relativamente inflexibles (poco resilientes) y presentan baja robustez. El incremento de la productividad en cultivo intercalado disminuiría las importaciones de forraje y provocaría una disminución en la importación de N, así como también de las pérdidas. Como consecuencia, la flexibilidad del sistema aumentaría, así como también la organización de este y la robustez a expensas de la eficiencia. Además, concluimos que el análisis detallado del flujo de nutrientes y el estudio de la robustez es un instrumento adecuado para mejorar el uso de nutrientes en fincas mixtas de pequeña escala.

**Palabras claves:** Análisis de redes, agricultura pequeña escala, ciclo de nitrógeno, sostenibilidad.

## Principios básicos de la agricultura de conservación

Juliana Albertengo<sup>1\*</sup>, Mayra Falcones<sup>2</sup>, Francisco Clavijo<sup>2</sup>, Theodor Friedrich<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>*International Cryosphere and Climate Initiative (ICCI). Buenos Aires, Argentina.*

<sup>2</sup>*Programa Amazonia Sin Fuegos (PASF). Quito, Ecuador.*

<sup>3</sup>*Consultor Internacional. Alemania.*

\*Autor para correspondencia, email: [juliana@iccinet.org](mailto:juliana@iccinet.org)

### Resumen

Según la FAO, la agricultura de conservación es un sistema agrícola que promueve el mantenimiento de una cobertura permanente del suelo, una mínima alteración del suelo (es decir, sin labranza) y la diversificación de las especies de plantas. Mejora la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a una mayor eficiencia en el uso del agua, los nutrientes y a una producción agrícola mejorada y sostenida. Además, todos estos beneficios no sólo suponen un mayor retorno económico, sino que también crean beneficios para toda la sociedad: mejor calidad del agua y del aire, suelos menos erosionados, más alimentos. Los tres principios que la FAO establece para la Agricultura de Conservación son:

- Mínima alteración mecánica del suelo: con siembra directa (es decir, sin labranza). El área perturbada debe tener menos de 15 cm de ancho o menos del 25% del área cultivada (lo que sea menor). La perturbación mecánica debe limitarse al propósito de colocar semillas o fertilizantes. Esto previene la erosión y preserva los organismos que viven en suelo.
- Cobertura orgánica permanente del suelo: con residuos de cultivos y/o cultivos de cobertura en la medida que lo permita la disponibilidad de agua. La cobertura del suelo se mide inmediatamente después de la operación de siembra directa y el área debe tener más del 30% de cobertura. Esto permite la retención de una capa protectora de vegetación en la superficie del suelo para suprimir las malezas, proteger el suelo del impacto del clima y evitar la compactación del suelo.
- Diversificación de especies: a través de secuencias variadas de cultivos y asociaciones que involucran al menos tres cultivos diferentes. Una rotación de cultivos bien diseñada promueve una buena estructura del suelo, fomenta una amplia gama de flora y fauna del suelo que contribuyen al ciclo de nutrientes, la nutrición de las plantas, y previene enfermedades.
- La producción intensiva de cultivos con labranza y/o quema, en muchos países, ha degradado el suelo, creando una amenaza para el suministro futuro de alimentos, agua y, por tanto, para la humanidad misma. Por ello, es vital empezar a producir de una forma respetuosa con el medio ambiente, energéticamente eficiente, económicamente viable y socialmente aceptada. La agricultura de conservación es la clave para las generaciones futuras.

**Palabras clave:** conservación, labranza, nutrición, suelo, quema.

## **Agroindustria del maíz (*Zea mays* L.), lo que podría/debería ser...**

F.E. Carvajal-Larenas<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Universidad san Francisco de Quito (USFQ). Colegio de Ciencias e Ingeniería, Colegio de Ingeniería en Alimentos. Cumbayá, Ecuador.*

\*Email: [fcarvajal@usfq.edu.ec](mailto:fcarvajal@usfq.edu.ec)

### **Resumen**

Cuando pensamos en el maíz duro inmediatamente llega a nuestra cabeza imágenes de los balanceados, canguil y si repetimos el mismo ejercicio para el maíz suave pensamos entonces en las humitas, los quimbolitos, los choclos con queso y la chicha. Si nos esforzamos un poco más pensaremos quizá en las tortillas, chapanta, snacks, polifenoles, biocombustibles y talvez un par de productos más. Sin embargo, hay muchas más cosas que se pueden hacer con el maíz; de hecho, en la literatura se reportan más de 1000 productos. Por otro lado, la humanidad se enfrenta a problemas como el cambio climático, la expansión de la frontera agrícola, agotamiento de recursos como suelo y agua, problemas de malnutrición (obesidad, déficit de nutrientes) y problemas de acceso a alimentos por altos costos, escasos, desperdicio o logística. En ese escenario y considerando el inmenso volumen de producción mundial del maíz y por su importancia económica y cultural, éste podría ser un aliado que, con un adecuado manejo tecnológico, esto es en un escenario de economía circular fomentar su bio-refinación, pero no solamente del grano como tal, sino considerando toda su biomasa disponible. Para ello se debe dar un paso crucial en la agroindustria del maíz que considere avanzar a un análisis más profundo (a nivel micro y nano) de su química, su física y sus modelos matemáticos. Todo esto en conjunto con un plan estratégico de negocios y de operatividad. En el presente trabajo se presentan ejemplos de usos no tradicionales de la biomasa del maíz, experiencias de estos usos en las cadenas de valor de otros productos alimenticios, así como ejemplos de los avances realizados en la comprensión micro y nano de la química y física del maíz y los modelos matemáticos de transferencia de masa en dos dimensiones, separación por gravedad, de reutilización de solventes y de evaluación de costos y calidad para muchas muestras a la vez. Finalmente, se presenta una metodología de operatividad del desarrollo de las tecnologías de bio-refinación.

**Palabras clave:** biorefinación, biomasa, economía circular, modelamiento, nanotecnología.

## Maíces de especialidad para tostación tradicional y microondas: cambios estructurales y propiedades de grano

Nelly Lara<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central del Ecuador (UCE). Facultad de Agronomía, Quito, Ecuador.

\*Autor para correspondencia, email: [nvlara@uce.edu.ec](mailto:nvlara@uce.edu.ec)

### Resumen

Los tipos de maíz de endospermo harinoso (*Zea mays* L. var. *Amilácea*) y dulce (*Zea mays* L. var. *Saccharata*), cultivados en las zonas andinas de Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Chile, han permanecido sub explotados en los procesos convencionales de molinería, donde la dureza es de importancia para la obtención de grano partido libre de cáscara y germen. Sin embargo, en el proceso tostación los cultivares de endospermo harinoso y endospermo dulce son considerados de especialidad para hacer un tipo de bocadito integral de grano entero, listo para consumir, conocido en la región andina con los nombres de “tostado” y “chulpi”, respectivamente. En esta presentación se aborda dos objetivos: 1) comparar los cambios estructurales en la matriz de endospermo y los gránulos de almidón de los granos de maíz sometidos a tostación tradicional y por microondas, y 2) determinar la variación en las propiedades físicas de los granos enteros por efecto de la tostación tradicional y por microondas. El contenido de humedad inicial del grano crudo de los tres tipos principales de maíz fue  $14.06 \pm 0.13$  g / 100 g para garantizar la confiabilidad de los datos por tipos de maíz y condiciones de tostado. Los tipos de maíz harinoso (a0 y a1) y dulce (a2), crudos (T0), sometidos a tostación en sartén (T1) y microondas (T2) fueron las unidades experimentales. El tiempo de tostación se estableció en 1500 segundos para tostación tradicional, 390 segundo para la tostación microondas de maíz harinoso y 312 segundos con maíz dulce. La evaluación comparativa por tipos de maíz y condiciones del grano (crudo, tostado tradicional y tostado microondas) reveló variaciones estructurales en la matriz de endospermo, los gránulos de almidón y las propiedades físicas de los granos enteros por efecto de la tostación. Los hallazgos justifican la necesidad de estudios futuros en investigación y desarrollo de maíz empacado para microondas, incluyendo tópicos de interés actual como almidón resistente y nivel de acrilamida.

**Palabras clave:** agroindustria, calidad, maíz andino, valor agregado.

## **Resúmenes de la presentación de pósteres**

## **Actividad plaguicida del aceite de higuera (*Ricinus communis*) sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio**

José Bernardo Navarrete-Cedeño<sup>1\*</sup>, Julissa Castro-Mendoza<sup>2</sup>, Lilibeth Cusme-Vera<sup>2</sup>,  
Fernando Sánchez-Mora<sup>2</sup>, Ernesto Gonzalo Cañarte-Bermúdez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Universidad Técnica de Manabí (UTM). Facultad de Ingeniería Agronómica, Portoviejo, Ecuador.*

\*Autor de correspondencia, email: [jose.navarrete@iniap.gob.ec](mailto:jose.navarrete@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz es uno de los tres cereales más consumidos a nivel mundial y cumple un rol crucial en la alimentación humana y animal. Factores abióticos y bióticos inciden negativamente en su producción, como el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Esta plaga está presente en cinco continentes. El daño es causado por la larva que se alimenta del verticilo de la planta e incluso de la espiga y mazorca del maíz. Para su control, los productores utilizan preferentemente el método químico, irrespetando muchas veces, dosis, frecuencias o toxicidad de estos organosintéticos. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del aceite formulado de higuera sobre la mortalidad de larvas y la biología de *S. frugiperda* en condiciones de laboratorio. Se utilizaron soluciones de cuatro concentraciones de aceite formulado de higuera (2,0; 3,0; 4,0 y 5,0 % v/v), una de nim (2 % v/v) y un control (agua). En ellas fueron sumergidas secciones de hoja de maíz de 2 cm<sup>2</sup> (20 por solución), durante 15 segundos, que posteriormente se colocaron en recipientes de 10 mL y sobre cada sección de hoja tratada, se colocó una larva de *S. frugiperda* de 9 a 10 días de nacida. Veinticuatro horas después del inicio del experimento, se empezó a registrar diariamente el consumo foliar, mortalidad y duración de estados biológicos de los individuos sobrevivientes hasta la emergencia del adulto. El experimento se replicó seis veces y los datos fueron analizados con el programa estadístico R. Todas las concentraciones de aceite de higuera lograron reducir significativamente el consumo foliar en relación al testigo absoluto, siendo la dosis de 4% la que provocó el menor porcentaje de consumo. La mortalidad se incrementó a lo largo de la prueba, alcanzando a los 15 días un 74,54% en la dosis de 3%. El porcentaje de larvas que llegaron a pupa y adulto fue significativamente menor en todas las dosis de higuera en comparación con el testigo. De igual manera, las larvas sobrevivientes del tratamiento con aceite de higuera tuvieron un periodo larval más largo. Se concluye que el aceite formulado de higuera tiene un potencial interesante para controlar *S. frugiperda* al provocar mortalidad y alteración en su biología; por lo que, se recomienda realizar investigaciones del uso de este producto en condiciones de campo.

**Palabras clave:** bioensayo, cogollero, control botánico, mortalidad.



## **Evaluación de la productividad de maíz suave (*Zea mays* L.) “Blanco Local” con la inoculación de Fertibacter en Santán Grande, Cotopaxi**

Narcisa Hidalgo<sup>1\*</sup>, Victoria López<sup>1</sup>, Cristian Subía<sup>2</sup>, Carlos Sangoquiza<sup>2</sup>, Anita Pincay<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Unidad de Transferencia de Tecnología Cotopaxi, Latacunga. Cotopaxi.*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía. Ecuador.*

<sup>3</sup> *Korea Partnership for Innovation of Agriculture, RDA (KOPIA), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [narcisa.hidalgo@iniap.gob.ec](mailto:narcisa.hidalgo@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la Sierra ecuatoriana es de importancia para la seguridad alimentaria, así como también en el ámbito social y económico, siendo las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay e Imbabura en donde se produce la mayor cantidad de maíz suave. Este grano es utilizado para alimento en choclo y grano seco en diversas preparaciones. El biofertilizante Fertibacter contiene bacterias del suelo como *Bacillus* y *Pseudomonas*, las cuales tienen la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando el desarrollo radicular, aumentando significativamente la absorción de los nutrientes como el nitrógeno y fósforo, haciéndolos aprovechables por el cultivo. En este estudio se evaluó la productividad de maíz suave “Blanco Local”, mediante la inoculación del biofertilizante en la semilla con el manejo convencional del cultivo, que consistió en la aplicación de 245 kg de sulfato de amonio por hectárea al aporque (45 días del cultivo) y 25 L ha<sup>-1</sup> de biol a los tres meses del cultivo y un control químico para el gusano de la mazorca. El rendimiento de la parcela inoculada fue de 7,1 tha<sup>-1</sup>, mientras que, en la parcela testigo sin Fertibacter se obtuvo un rendimiento de 3,6 tha<sup>-1</sup>, obteniendo un incremento del rendimiento de 98,41%.

**Palabras clave:** bacillus, biofertilizante, inoculación, maíz, nutrientes, pseudomonas.

## **Efecto del manejo ecológico en el rendimiento del maíz amarillo local “Tusilla” (*Zea mays* L) con la inoculación de Fertibacter y biol en la localidad de Pilatan Oriente, Cotopaxi**

Xavier Andrango Balseca<sup>1\*</sup>, Victoria López<sup>1</sup>, Cristian Subía<sup>2</sup>, Carlos Sangoquiza<sup>2</sup>, Anita Pincay<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Unidad de Transferencia de Tecnología Cotopaxi, Latacunga. Cotopaxi.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía. Ecuador.

<sup>3</sup> Korea Partnership for Innovation of Agriculture, RDA (KOPIA), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.

\* Autor para correspondencia, email: [edison.andrango@iniap.gob.ec](mailto:edison.andrango@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz de altura (*Zea mays* L.) se siembra a partir de los 2200 metros sobre el nivel del mar en todas las provincias de la Sierra ecuatoriana, en topografías planas, pendientes moderadas a fuertes. Las zonas óptimas o moderadas para producir maíz tienen suelos profundos o moderadamente profundos, ricos o medios en materia orgánica con buen drenaje para evitar encharcamiento, con temperaturas entre 14 y 28 °C y precipitaciones mayores a 600 mm anuales. El biofertilizante Fertibacter compuesto por microorganismos (*Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*) tiene la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimando principalmente un ensanchamiento y alargamiento de las raíces, lo que aumenta significativamente la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran disponibles en el suelo. Estos microorganismos también tienen la habilidad de fijar nitrógeno, solubilizar fósforo y producir fitohormonas que puede ser aprovechadas por las raíces. El Biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción en granos seco de una variedad de maíz local llamada Tusilla (grano amarillo harinoso, de la raza Mishca) con la inoculación de Fertibacter y biol. Se aplicó a la semilla 500 ml de fertibacter en 15 kg de semilla de maíz y se procedió a la siembra. La aplicación de biol se realizó a los 20 días después de la germinación, a dosis de 3 L de biol en 20 L de agua. La aplicación se realizó por drench. A los 40 se realizó una nueva aplicación de biol con el mismo sistema. Existieron diferencias significativas entre las parcelas inoculadas y tratadas con biol y el testigo. Con la aplicación de los productos se evidenció mayor vigorosidad de las plantas con raíces principales (esculetares seminales) con abundantes raicillas obteniendo una ventaja significativa en el rendimiento. En un área de 5000 m<sup>2</sup> y con 15 kg de semilla que germinó a los 6 días se obtuvo 0,594 t ha<sup>-1</sup>; en comparación con el testigo que presentó raíces y plantas débiles con un rendimiento de 0,25 t ha<sup>-1</sup> y una germinación de 8 días. Estos resultados mostraron que Fertibacter fue aprovechado por las raíces de las plantas y que además la incorporación de biol aportó con los nutrientes que necesita la planta para su adecuado desarrollo vegetativo.

**Palabras clave:** bacillus subtilis, desarrollo vegetativo, microorganismos, pseudomonas fluorescens, solubilizadores.

## **Hongos asociados a enfermedades foliares del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Manabí**

Vélez Zambrano Sergio Miguel<sup>1</sup>; López Alava Geoconda Aracely<sup>1</sup>; Proaño Cantos Vicente Leonardo<sup>1</sup>; Valencia Romero Gema Lizette<sup>1</sup>; Vargas Jiménez David Benjamín<sup>1</sup>; Cedeño Giraldo Jordán Joel<sup>1</sup>; Saltos Rezabala Luis Alberto<sup>2</sup>; Vélez Olmedo Jefferson Bertín<sup>2</sup>

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

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

\*Autor para correspondencia, e-mail: [smvelez@espam.edu.ec](mailto:smvelez@espam.edu.ec)

### **Resumen**

En los últimos años, la presencia de enfermedades foliares ocasionadas por hongos en el cultivo de maíz ha tenido un incremento notable en las localidades productoras de esta gramínea en la provincia Manabí. Con la intención de conocer sobre estos agentes fitopatogénicos se realizaron colectas de hojas con síntomas de manchas necróticas en los cantones Bolívar, Chone, Jipijapa, Portoviejo y Tosagua. Para realizar el proceso de aislamiento indirecto, se desinfectó los tejidos con hipoclorito de sodio al 2 % durante 2 minutos, seguido de 3 lavados con agua destilada estéril y posterior siembra en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) enriquecido con antibiótico y la observación directa con preparación de láminas semipermanentes para visualización en microscopio óptico para los hongos biotróficos. De las muestras colectadas con síntomas característicos de manchas foliares se evidenció crecimiento en el medio de cultivo de colonias fúngicas; y en la observación directa, estructuras microscópicas con características morfológicas que pertenecían a hongos de los géneros: *Curvularia*, *Bipolaris*, *Stenocarpella* (*Diplodia*), *Puccinia* (roya) y del complejo mancha de asfalto. Además, se realizó la estimación de la incidencia y severidad de las enfermedades en condiciones de campo. De esta forma se concluye con los hongos anteriormente mencionados se encuentran asociados a las enfermedades foliares en la provincia de Manabí y que conocer adecuadamente los hongos fitopatógenos presentes en una determinada área de cultivo, se convierte en la base fundamental para diseñar adecuadas estrategias de manejo de las enfermedades foliares y de mazorca del maíz.

**Palabras clave:** fungi, identificación, infección, patología.

## Determinación de grados días desarrollo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el campus Salache UTC

Karina Marín Quevedo<sup>1\*</sup>, Santiago Jiménez Jácome<sup>1</sup>, Victoria López Guerrero<sup>2</sup> y Francisco Chancusig<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Facultad de CAREN, Agronomía, Latacunga, Ecuador.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Unidad de Transferencia Tecnología, Latacunga, Ecuador.

\*Autor para correspondencia, e-mail: [karina.marin@utc.edu.ec](mailto:karina.marin@utc.edu.ec)

### Resumen

La temperatura es el principal factor que estimula el ciclo biológico de los cultivos y tiene un impacto en el desarrollo de los mismos. El objetivo de este estudio fue estimar el tiempo térmico de los diferentes estados fenológicos del maíz mediante la determinación de los grados/días acumulados necesarios para el desarrollo en sus diferentes estepas. La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), en el campus Saleche ubicado en el cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, con longitud 78°37'14" Oeste y latitud 00°59'57" Sur, altitud de 2757 m s.n.m, clima seco templado frío, con temperaturas promedio de 13.5 °C y precipitaciones de 550 mm. El tipo de suelo es franco arenoso con Ph de 6.5. El método utilizado fue el número de grados-días de desarrollo sugerido por Wang (1960) y Cross y Zobebe (1972), en el que la temperatura media diaria supera un umbral inferior de temperatura. Para lograrlo, se registraron a diario las temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, datos que con la aplicación de la fórmula  $GDD = [(TMIN + TMAX) / 2 - \text{umbral inferior}]$ , permitieron calcular las unidades térmicas acumuladas de cada etapa fenológica hasta la floración. Además se eligió 50 plantas al azar lo que permitió construir la curva de crecimiento de maíz en función de la temperatura y la altura plantas teniendo como resultados que: para la etapa de emergencia se acumuló 87 unidades térmicas con una duración de 10 días, 7,06 cm de crecimiento, 15,7 °C de temperatura promedio. La etapa de desarrollo acumuló 310 unidades térmicas con una duración de 65 días, 66,37cm de crecimiento, 15,63°C de temperatura promedio y la etapa de floración acumuló 475 unidades térmicas con una duración de 104 días, 133,03cm de crecimiento y 15,22 °C de temperatura promedio. Obteniendo un total de 872 unidades térmicas.

**Palabras clave:** desarrollo, grados día, umbral, unidades térmicas, temperatura.

## **Caracterización agro socio económica de productores de maíz (*Zea mays*), involucrados en el proyecto FIASA-INIAP, semillas andinas, en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua**

Victoria López Guerrero<sup>1\*</sup>, Karina Marín Quevedo<sup>2</sup>, Santiago Jiménez Jácome<sup>2</sup> y Denisse Casaliglla Soria<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Unidad de Transferencia de Tecnología. Latacunga, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de CAREN, Agronomía. Latacunga, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [victoria.lopez@iniap.gob.ec](mailto:victoria.lopez@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

Este trabajo se desarrolló en la Sierra del Ecuador en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua debido al limitado registro de datos sobre las condiciones agro socio económicas de los productores de maíz. La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) en convenio con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Fondo de Investigación de Agro biodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA), tienen como objetivo efectuar una caracterización agro socioeconómicas de los productores de maíz para identificar la situación social, económica y productiva, para lo cual se empleó la Metodología Diagnostico Rural Participativo, que consiste en levantar información aplicando una encuesta, mediante el aplicativo ODK. Para el procesamiento e interpretación de resultados se utilizó la escala de medida de indicadores de Sarandón dando como resultados los siguientes. El 74 % de los productores están liderado por mujeres, el 44 % son casadas y viven con su esposo, donde el 27 % de los mismos tienen edades entre 61-65 años, el 27 % tiene educación básica completa, el 37 % poseían terrenos que oscilan entre los 200-1000 m<sup>2</sup> considerados pequeños productores. El 26 % de los encuestados vendió entre un 8-50 % de los cosechados en el mercado. Con respecto al costo del transporte, tenemos que el 80 % de los encuestados no lo paga porque la producción de maíz es para autoconsumo. El 98 % de los encuestados no tiene acceso a créditos debido a los largos trámites burocráticos, el 13 % de siembra maíz de la variedad local Chazo, el 9 % de la variedad local Mishca criollo, el 9 % Tusilla, el 20 % maíz blanco, el 9 % maíz amarillo, y el 40 % no sabe el nombre. Los puntos críticos que evidenciaron las encuestas puntualizan en aspectos como el conocimiento de variedades mejoradas, costo del medio de transporte, asesoría agrícola, proceso industrial, crédito para producir, costo del producto para combatir plagas, cantidad de maíz cosechado y labores en la preparación del suelo.

**Palabras clave:** caracterización, encuesta, indicadores, semillas, socioeconomía.

## El rol de la agricultura de conservación en el mundo

Theodor Friedrich<sup>1</sup>, Juliana Albertengo<sup>2\*</sup>, Mayra Falcones<sup>3</sup>, Francisco Clavijo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Consultor Internacional. Alemania.*

<sup>2</sup>*International Cryosphere and Climate Initiative (ICCI). Buenos Aires, Argentina.*

<sup>3</sup>*Programa Amazonia Sin Fuegos (PASF). Quito, Ecuador.*

*\*Autor para correspondencia, email: [juliana@iccinet.org](mailto:juliana@iccinet.org)*

### Resumen

Según el reciente artículo “Global spread of Conservation Agriculture” de A. Kassam, T. Friedrich y R. Derpsch, la Agricultura de Conservación (AC) es un nuevo paradigma para la agricultura en todo el mundo. Cambia el sistema de producción y la forma de pensar en la gestión de las tierras agrícolas. Originalmente, la adopción de la AC fue motivada principalmente por graves problemas que enfrentaban los agricultores, especialmente la erosión eólica e hídrica, como, por ejemplo, en el sur de Brasil o las praderas de América del Norte, o la sequía en Australia. En todos estos casos, las organizaciones de agricultores generaron conocimientos que eventualmente llevaron a movilizar el apoyo del sector público, privado y civil. Las principales razones para la adopción de la AC se pueden resumir de la siguiente manera: (1) mejor economía agrícola; (2) posibilidades técnicas flexibles para la siembra, aplicación de fertilizantes y control de malezas; (3) rendimientos iguales o aumentos de rendimiento, mayor estabilidad del rendimiento y mayor producción estacional general; (4) protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica; (5) mayor eficiencia en el uso y retención de nutrientes; (6) menos problemas y costos de protección de cultivos; y (7) una mejor eficiencia y retención del uso del agua y una mejor economía del agua, incluso en las zonas secas. En consecuencia, los agricultores obtienen mayores ganancias. De lo contrario, no estarían practicando la AC en más de 180 millones de hectáreas de tierras de cultivo a nivel mundial, ni se estaría extendiendo a un ritmo anual de más de 10 millones de hectáreas. Los cultivos de cobertura y labranza cero se utilizan entre hileras de cultivos perennes como olivos, nueces y uvas o huertos frutales, y en sistemas de plantación. La AC se puede utilizar para cultivos de invierno, para rotaciones tradicionales con leguminosas, girasol y canola y en cultivos extensivos bajo riego donde la AC puede ayudar a optimizar la gestión del sistema de riego para conservar el agua, la energía y la calidad del suelo, reducir los problemas de salinidad y hacer que el uso de fertilizantes sea más eficiente. Seguro que la AC seguirá extendiéndose ya que es el futuro de la agricultura sostenible.

**Palabras clave:** conservación, economía, labranza, quema, sustentabilidad.

## **Redes neuronales convolucionales ResNet-50, para la detección de gorgojo en granos de maíz en localidades de Manabí-Ecuador**

Iván Alberto Analuisa Aroca<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Ecotec. Carrera de Ingenierías. Samborondón, Ecuador

\*Autor de correspondencia, e-mail: [ivan.analuisa@utm.edu.ec](mailto:ivan.analuisa@utm.edu.ec)

### **Resumen**

En el campo de la información agrícola, la conservación y diagnóstico temprano de las enfermedades del grano de maíz son deseables. Las causas por el daño por agentes externos es un problema en el sector agrícola. En la detección de plagas y reducción de efectos en el grano, el *Deep learning* dentro de la inteligencia artificial (IA) es utilizado en el control de calidad de cereales, ayudando a realizar los análisis de la producción para la toma de decisiones. Las imágenes sirven para clasificar los diferentes granos de maíz identificando los dañados por gorgojo u otra plaga. En este documento se propone un modelo de redes convolucionales basado en el aprendizaje de reconocimiento por patrones en la presencia de granos defectuosos asociados al daño por gorgojo en el grano. Se obtienen resultados satisfactorios con índices de precisión del 100 % (muestra de entrenamiento), 97 % (muestra de validación) y 98 % (conjunto de prueba). Los índices de precisión, sensibilidad, especificidad, índice de calidad, AUC y F-score de ResNet-50 fueron de 0.9464, 0.9310, 0.9630, 0.9469, 0.9470 y 0.9474 respectivamente. Las muestras fueron tomadas de 164 localidades en la provincia de Manabí. Los principales hallazgos muestran que los parámetros del modelo mejorado son significativos, el reconocimiento del gorgojo en el grano con el modelo tiene una precisión de identificación es significativa. Los agentes económicos de la cadena de valor dan mayor importancia a las relaciones comerciales con clientes y proveedores que a la calidad y conservación del grano actualmente importantes en la competitividad. Los resultados demuestran que el uso del modelo *Convolutional Neural Network* (CNN), y su variación Resnet-50, en el reconocimiento de granos infectado y libres es una solución posible para la detección temprana de la presencia del *Sitophilus zeamais* Motschulsky (SZM) en el maíz.

**Palabras clave:** Ecuador, gorgojo, maíz, redes neuronales convolucionales.

## **Aprovechamiento de la biomasa residual de maíz (*Zea mays* L.) para la obtención de bioetanol**

Wilmer Ponce Saltos<sup>1\*</sup>, María Meza Gómez<sup>2</sup>, María Quiroz Palma<sup>2</sup>, Bladimir Carrillo Anchundia<sup>2</sup>, Ramón Cevallos Cedeño<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Universidad Técnica de Manabí (UTM). Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Portoviejo, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, email: [wilmer.ponce@iniap.gob.ec](mailto:wilmer.ponce@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

Una de las problemáticas que se genera en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es la gran cantidad de biomasa residual que se quema en el campo, contaminando el ambiente y dañando el suelo. Sin embargo, este residuo tienen un uso potencial como biocombustible de segunda generación. Esta investigación tuvo como objeto generar un protocolo para aprovechar la biomasa residual de maíz para la obtención de bioetanol. Para el efecto, se realizó la caracterización física y química de los residuos de maíz, que incluyó un análisis lignocelulósico (porcentajes de lignina, celulosa, holocelulosa y hemicelulosa), un análisis proximal que contiene: porcentajes de humedad, cenizas, materia volátil y carbón fijo, y un análisis elemental que contiene: porcentajes de carbono, nitrógeno, azufre y oxígeno. Posteriormente, se realizó la hidrólisis ácida para descomponer la celulosa y generar azúcares reductores. La hidrólisis se sometió a dos diferentes temperaturas de trabajo 50° C y 70° C con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a dos concentraciones 2 % y 4 % p/p en dos tiempos de reacción 90 y 180 minutos. Para ver los cambios en la fermentación se realizó el contenido de azúcares reductores a través del método DNS, las mismas que fueron concentradas y fermentadas con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y finalmente se destilaron en el rango de temperatura de destilación de 81 a 90° C, para la obtención del bioetanol. Los resultados que generaron las caracterizaciones tuvo una composición de 13,27 % de lignina, 72,41% de celulosa, 77,38 % de holocelulosa y 4,96% de hemicelulosa, según determinó el análisis proximal 9,54% de humedad, 7,22 % cenizas, 75,72 % de materia volátil y 17,06 % de carbono fijo. El análisis elemental reveló un contenido total de carbono del 43,13 %, un contenido de hidrógeno del 5,62 %, un contenido de nitrógeno del 0,57 % y ningún contenido de azufre. Se concluyó que a una temperatura de 70° C, un tiempo de 180 minutos y una concentración del 4 % p/p de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en el proceso de hidrólisis dieron lugar a un alcohol rectificado con un rendimiento del 43,01 % a 20° GL.

**Palabras claves:** biocombustibles, biomasa lignocelulósica, hidrólisis ácida, Residuos de maíz.



## **Influencia de las características físicas y la composición química en la capacidad de reventado de genotipos de maíz (*Zea mays* L.)**

Elena Villacrés<sup>1\*</sup>, José L. Zambrano<sup>2</sup>, María Belén Quelal<sup>1</sup>, Cristian Subía<sup>2</sup>, Carlos A. Sangoquiza C<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina (EESC). Departamento de Nutrición y Calidad, Mejía, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina (EESC). Programa de Maíz, Mejía, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, email: [elena.villacres@iniap.gob.ec](mailto:elena.villacres@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

Ecuador es uno de los países de mayor diversidad genética de maíz por unidad de superficie, el preservarla representa un recurso natural renovable importante para la sostenibilidad rural y la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. Se han reconocido 29 razas de maíz, de las cuales 17 pertenecen a la Sierra ecuatoriana, entre ellas se encuentra el canguil (*Zea mays* L. var. Everta), los especímenes de esta raza se localizan a 2260 msnm, son de grano color amarillo o blanco y fuertemente imbricado. La composición química del endospermo configura las características físicas que permiten establecer tipos comerciales que se clasifican de acuerdo con la dureza del grano en: dentados, duros, harinosos, dulces, reventones, ornamentales y maíces para usos especiales. Canguil es el nombre que se emplea para designar a los granos que tienen la capacidad de reventar para producir palomitas o rosetas, presenta granos pequeños, su endospermo es muy duro y su pericarpio es grueso. La capacidad de reventar del maíz canguil está condicionada a varios factores. En este trabajo se estudiaron algunos de ellos y se determinó un nivel de correlación significativo entre el porcentaje de reventado y el contenido de amilopetina, hemicelulosa, humedad, peso hectolítrico y almidón resistente. El canguil comercial presentó una mayor capacidad de reventado (94 %), seguido del INIAP-176 (90 %), Tusilla (85 %) y canguil blanco (79 %). Sin embargo, mayor uniformidad en el reventado presentaron el canguil comercial, seguido de Tusilla que presentó un 46 % de granos reventados en forma unilateral, 46 % en forma bilateral y 8 % multilateral. Los resultados permiten concluir que la composición de pericarpio (hemicelulosa, celulosa y lignina) influyó significativamente en la capacidad de reventado, ya que estos componentes cumplen la función de impedir la salida de humedad del grano, logrando de esta forma que la presión de vapor se incremente a tal grado que permita el reventado para la formación de la roseta o palomita.

**Palabras clave:** amilopetina, almidón resistente, canguil, celulosa, hemicelulosa, lignina, palomitas.

## **Comportamiento agronómico de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) blanco harinoso para consumo humano en la provincia de Tungurahua**

José Camacho Viteri<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología. Ambato, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [jgcamachov@hotmail.com](mailto:jgcamachov@hotmail.com)

### **Resumen**

El interés de los agricultores maiceros por conocer las diferentes características que ofrecen las variedades mejoradas de maíz con respecto a la variedad local, como días a la cosecha, altura de plantas, altura de mazorca, calidad de grano y rendimiento, permite estudiar alternativas de semillas que pueden ser aptas y de gran importancia para incrementar el rendimiento. El objetivo del presente estudio fue validar el comportamiento de tres variedades de maíz: INIAP-101 (V1), que es un maíz precoz de grano blanco, INIAP-102 (V2), llamado Blanco Blandito, e INIAP-103 (V3), conocido como Mishqui Sara de granos blancos y con características dulces, y un testigo local (V4), en tres localidades de los cantones de Patate, Pelileo y Pillaro de la provincia de Tungurahua, desde los 2200 a 2700 metros de altura. Los resultados obtenidos para la variable altura de planta fueron: con menor tamaño de planta se ubicó el tratamiento V3 con 111,07 cm, siendo este valor altamente significativo con respecto al testigo local V4, seguida por el tratamiento V2 de la variedad INIAP-102 con 115,10 cm y con el tratamiento V1, INIAP 101 se obtuvo una altura de 121,73 cm, resultados inferiores al testigo local que su altura fue de 241,93 cm. Para la variable altura de inserción de la mazorca el análisis combinado por localidades y prueba de Tukey ( $p=0,05$ ) determinó que la mayor altura fue para el tratamiento V4 (testigo del productor) con 135,65 cm mientras que la menor altura se observa para el tratamiento V3 con 34,80 cm. En cuanto a la variable acame de planta no se observaron resultados diferentes debido a que todas las plantas se mantuvieron en su posición hasta la cosecha, donde se evaluó rendimiento. Para el tratamiento V1 se cosecharon 1,31 t ha<sup>-1</sup> de grano seco (ajustado al 14% de humedad), el tratamiento V2 obtuvo 3,04 t ha<sup>-1</sup>, el tratamiento V3 3,05 t ha<sup>-1</sup> y el tratamiento testigo V4 obtuvo 1,50 t ha<sup>-1</sup>, con índices de desgane de 0,79; 0,90; 0,74; 0,79; para los tratamientos V1, V2, V3, y testigo V4. El estudio concluyó indicando que el mejor rendimiento fue para el tratamiento V3 (INIAP-103 Misqui Sara) con 3,05 t ha<sup>-1</sup>, el mismo que se adaptó a los diferentes pisos altitudinales de las zonas maiceras de la provincia.

**Palabras clave:** maíz, INIAP-101, INIAP-102, INIAP-103, rendimiento, variedades.

## Mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) canguil de grano rojo en la Sierra del Ecuador

Cristian Subía<sup>1\*</sup>, José L. Zambrano<sup>1\*</sup>, Carlos A. Sangoquiza<sup>1</sup>, Doris Chalampunte<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador.

\*Autor para correspondencia: [cristian.subia@iniap.gob.ec](mailto:cristian.subia@iniap.gob.ec)

### Resumen

Existe una amplia diversidad de maíces locales en la región Sierra del Ecuador, identificándose 17 razas diferentes, entre ellas el Canguil (*Zea mays* L. var. Everta). Debido al desconocimiento sobre el potencial de algunos tipos de maíz que unos pocos agricultores aún conservan en sus fincas, o debido a la producción de pocas variedades de interés comercial, gran parte de esta diversidad está expuesta a perderse. El país importa grandes cantidades de grano para el consumo como palomitas de maíz (canguil). Datos del Banco Central del Ecuador indican que para el año 2020 se importaron 13,2 millones de toneladas de maíz canguil por un valor CIF de 7,4 millones de dólares. Una limitante para el uso de las variedades locales de canguil es que no son aptas para la industria debido a la poca uniformidad de grano y baja capacidad de reventado, por lo que el INIAP estableció un programa de mejoramiento genético con el principal objetivo de tener materiales con enfoque agroindustrial. Para el proceso de mejoramiento del canguil, en el año 2019 se seleccionó a la provincia de Imbabura donde se identificó amplia variabilidad de canguil rojo y se partió con la evaluación de 33 accesiones locales que fueron evaluadas en un ciclo y producto de la selección masal, se formó una población de 136 familias de maíz canguil rojo, con rendimientos experimentales de entre 2 a 5 t ha<sup>-1</sup> y valores de reventado de entre 10 y 81% a las que en un segundo ciclo de mejoramiento se aplicó la metodología de medios hermanos usándose dos surcos centrales como plantas hembras entre surcos de plantas donantes de polen, donde se seleccionaron 117 familias que fueron evaluadas en el tercer ciclo con la misma metodología. En cada ciclo de evaluación se analizan características agronómicas, sanitarias, productivas y sobre todo la capacidad de reventado como una de las variables discriminantes para la selección de las familias de medios hermanos. Las estadísticas descriptivas de algunas variables relevantes dentro de cada grupo poblacional, desde las colectas de origen hasta el tercer ciclo de selección, indican que en promedio, la altura de planta se ha incrementado en 13 cm, se ha ganado en longitud de mazorca de 11,91 a 12,61 cm, ha disminuido en 4,22 gramos el peso de 100 granos, mientras que para la capacidad de reventado como la características más importante para la selección dentro de la raza tipo canguil se observó que los incrementos en promedio de cada población han pasado de 39,85% en la población original a 43,66 % en el segundo ciclo de selección hasta 67,49 % en el tercer ciclo de medios hermanos. De los resultados obtenidos hasta el momento se concluye que existe potencial en el proceso de mejoramiento genético del Canguil Rojo y se continuará hasta la obtención de una variedad.

**Palabras clave:** calidad, canguil, maíz, palomitas de maíz, reventado de grano.

## Potencial forrajero de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) en la zona alta lechera del sur ecuatoriano

Juan Pablo Garzón<sup>1,2</sup>, Rafael Muñoz<sup>1\*</sup>, Carlos Jimenez<sup>1</sup>, Pablo Pintado<sup>2</sup>, Henry Vacacela<sup>1</sup>, Pablo Marini<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Experimental del Austro. Azuay, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Actividad privada.*

<sup>3</sup>*Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Veterinarias. Santa Fe, Argentina*

<sup>4</sup>*Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras. UNR-FCV. Santa Fe, Argentina.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [rafael.munoz@iniap.gob.ec](mailto:rafael.munoz@iniap.gob.ec)

### Resumen

En el Ecuador, la cadena de valor de la leche representa el 1 % del PIB total. La serranía ecuatoriana (trópico alto) es la región con mayor producción lechera a nivel nacional, generando 4,3 millones de litros de leche al día, equivalente al 79,4 % de la producción nacional; no obstante, las provincias de la sierra sur del país (Azuay, Cañar y Loja) aportan con el 15 % diario de producción lechera a nivel nacional. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ha liberado variedades de maíz para consumo humano: INIAP-101, INIAP-103, INIAP-180, con cualidades de adaptarse a las zonas alto andinas y producción de materia verde (MV). Países con gran vocación ganadera desarrollan programas de mejoramiento genético de maíz, no solo para optimizar la producción de grano, sino también para perfeccionar el potencial y características forrajeras en materia verde/seca y ensilaje, que contribuiría a la alimentación del ganado bovino lechero en épocas críticas frente a los desafíos del cambio climático: sequía, inundaciones y heladas, incurriendo como una alternativa de manejo alimenticio de bajo costo para la lechería. El presente estudio tiene como objetivo seleccionar una tecnología con potencial forrajero para la sierra sur ecuatoriana. El estudio se realizó en la provincia de Cañar, cantón Biblián, parroquia Jerusalén a 2 897 m s.n.m., con una temperatura de 14,4 °C/promedio/día, una precipitación de 801 mm anuales, y la siembra se realizó en el mes de noviembre. Se evaluó tres variedades de maíz de INIAP: V<sub>1</sub>: I-101, V<sub>2</sub>: I-103, V<sub>3</sub>: I-180 en interacción con tres densidades de siembra: 83 333 (D<sub>1</sub>), 62 500 (D<sub>2</sub>), 50 000 (D<sub>3</sub>) plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y un solo nivel de fertilización: 112N, 60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup> y tres repeticiones para cada interacción. La interacción fue estimada por la Prueba Tukey en el software estadístico InfoStat/L. V-2020. La significancia estadística se fijó en p<0.05. La producción de biomasa verde (Kg MV ha<sup>-1</sup>) de planta entera de maíz fue superior en la interacción V<sub>3</sub>D<sub>1</sub> con 166 550.9 Kg MV ha<sup>-1</sup> (216 días de crecimiento) (p<0.05), seguido de 84 953.7 (V<sub>2</sub>D<sub>1</sub>; 244 días de crecimiento) y 84 722.2 (V<sub>1</sub>D<sub>1</sub>; 207 días de crecimiento) Kg MV ha<sup>-1</sup>. Los resultados preliminares muestran que la variedad de maíz INIAP-180 con la densidad de siembra de 83 333 plantas ha<sup>-1</sup> y el nivel de fertilización propuesto es la mejor alternativa tecnológica para potencial forrajero (MV kg ha<sup>-1</sup>) y orienta a generar futuras investigaciones para ensilaje frente a los desafíos del cambio climático.

**Palabras clave:** alternativa tecnológica, cambio climático, ensilaje, fertilización, variedades.

## **Evaluación del comportamiento agronómico de la variedad de maíz chulpi (*Zea mays* L.) INIAP 193 “Crocantito” en el campus Salache UTC**

Santiago Jiménez-Jácome\*<sup>1</sup>, Victoria López-Guerrero\*<sup>2</sup>, Karina Marín-Quevedo<sup>1</sup> y Nelson Mopocita-Cunalata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de CAREN, Agronomía, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología. Cotopaxi, Ecuador.

\*Autor para correspondencia, e-mail: [cristian.jimenez@utc.edu.ec](mailto:cristian.jimenez@utc.edu.ec) y [victoria.lopez@iniap.gob.ec](mailto:victoria.lopez@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

La presente investigación se la realizó con el Programa de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Salache, Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Ecuador. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de la variedad de maíz chulpi (*Zea mays* L.) INIAP 193 “Crocantito” en el campus SALACHE UTC en el periodo 2021-2022. Para la recolección de datos se seleccionaron diez surcos al azar, cada uno con diez plantas seleccionadas aleatoriamente. Las variables que se evaluaron fueron: altura de la planta, el número de hojas de la planta, la altura de la mazorca y los días después de la floración que son variables morfológicas. Las variables de calidad incluyeron el tipo de mazorca, el tipo de grano y la cobertura de la mazorca, así como las variables de pos-cosecha, que incluyen el peso a la cosecha, materia seca, porcentaje de humedad y rendimiento por hectárea. El análisis de datos se basó en estadística descriptiva para determinar los promedios, la moda, la mediana de las variables morfológicas y de pos-cosecha, así como cálculos de porcentajes y rendimiento para las variables de calidad en base al plegable N° 476 de INIAP-193 “Crocantito” variedad mejorada de Maíz chulpi. Según los resultados, la variedad de maíz chulpi INIAP 193 es adecuada para una altitud de 2757 msnm, en un clima seco templado frío, con temperaturas promedio de 13,5 °C y precipitaciones de 550 mm, en suelos franco arenosos con Ph de 6,5, debido a que las variables medidas están sujetas a los parámetros específicos de esta variedad para la región Sierra con un rendimiento un 5,94 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** calidad, comportamiento agronómico, morfología, rendimiento.

## **Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedades INIAP 101 e INIAP 122, con diferentes niveles de fertilización, bajo condiciones de riego y acolchado plástico**

Yamil Cartagena<sup>1\*</sup>, José Zambrano<sup>1</sup>, Aníbal Parra<sup>1</sup>, Víctor Moreno<sup>1</sup>, Amparo Condor<sup>2</sup>, Juan Leon<sup>3</sup> y Randon Ortiz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina (EESC), Mejía, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Quito, Ecuador.*

<sup>3</sup> *Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.*

<sup>4</sup> *Universidad Central de Ecuador (UCE). Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, email: [yamil.cartagena@iniap.gob.ec](mailto:yamil.cartagena@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

En la Sierra del Ecuador el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) representa un rubro de mucha importancia nutricional, social y económica; por lo que tiene una amplia superficie dedicada a su producción, además de ser un componente básico en la dieta de la población, sobre todo rural. Entre las variedades de maíz suaves mejoradas, existen las INIAP 101 (precoz, con rendimiento en grano seco de 4.5 t ha<sup>-1</sup>) e INIAP 122 (semiprecoz, con rendimiento en grano seco de 4.05 t ha<sup>-1</sup>, que están adaptadas a los valles centrales de la región interandina. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta agronómica de las variedades de maíz INIAP 101 e INIAP 122 a la fertilización química edáfica, bajo condiciones de riego y acolchado plástico. La investigación se realizó en la EESC del INIAP, ubicada a 3058 msnm; 0° 22' 00" S y 78° 33' 17" O. Los factores en estudio fueron las dos variedades de maíz (INIAP 101 e INIAP 122) y tres dosis de fertilización química (0 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 0 a 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 0 a 20 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 0 a 25 kg ha<sup>-1</sup> de Mg y 0 a 20 kg ha<sup>-1</sup> de S, en incrementos de 50%). Se aplicó un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcela dividida con cuatro repeticiones, donde la parcela principal fue las variedades de maíz y la sub parcela la fertilización química. El fertilizante se aplicó en tres fraccionamientos (siembra, medio aporque y aporque) y como fuentes de fertilización se utilizó urea, superfosfato triple, cloruro de potasio, polisulfato y magnesil. La distancia de siembra fue entre líneas de 0.8 m y entre plantas de 0.5 m, con una densidad de 50000 plantas ha<sup>-1</sup>. El mejor rendimiento se tuvo con el tratamiento de la variedad de maíz INIAP 101 y 100% de la fertilización química (160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 20 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 25 kg ha<sup>-1</sup> de Mg y 20 kg ha<sup>-1</sup> de S), con 6,27 t ha<sup>-1</sup>, en tanto que el menor rendimiento se obtuvo con el tratamiento de la variedad de maíz INIAP 122 y 0% de la fertilización química con 2,54 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** fertilización química, productividad, variedades de maíz.

## **Importancia de la identificación de las etapas fenológicas del maíz (*Zea mays* L.) de altura y su manejo agronómico**

Marco Andrés Araujo-Jaramillo<sup>1</sup>\*, Edwin Román Cruz-Logacho<sup>1</sup>, José Sergio Velásquez-Carrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Ecuador*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [marco.araujo@iniap.gob.ec](mailto:marco.araujo@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz, junto con el trigo y el arroz, es considerado uno de los cereales más importantes y significantes, tanto en superficie como en producción, y a su vez, provee de nutrientes indispensables en la dieta humana, así como también, en la alimentación animal y la materia básica para la industria de transformación, como lo es la producción de almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible. Gracias a la gran versatilidad que tiene el maíz de altura hoy en día para sus diferentes usos y la importancia al formar parte de la base de la alimentación, es clave aprovechar al máximo el potencial productivo de las variedades, manteniendo en perfectas condiciones al cultivo a lo largo de su ciclo, identificando las actividades necesarias en cada etapa fisiológica. El desarrollo fenológico del maíz se refiere al ritmo de crecimiento vegetativo y reproductivo expresado en función de los cambios morfológicos y fisiológicos de la planta, relacionados con el ambiente. El maíz es uno de los cultivos que mejor responde al buen o mal manejo que se le dé, puesto que, la planta de maíz tiene la capacidad de mostrar evidentemente su estadio para poder intervenir oportunamente con las labores que cada una de las etapas necesitan. Estas etapas comprenden la fase vegetativa (V) y reproductiva (R). Según datos del ESPAC, el rendimiento promedio de maíz de altura (altitudes mayores a 2000 msnm) en choclo y seco en el año 2022 fue de 2,9 t ha<sup>-1</sup> y 0,94 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente; lo que muestra que los procesos productivos para este cultivo tienden a ser ineficientes con tecnologías de manejo bastante básicas, así como también, la poca importancia para la utilización de semilla de calidad, sumado a condiciones adversas de clima (sequía y heladas) y suelo, además de un manejo inadecuado para el control de malezas, plagas y enfermedades. Para reducir los efectos de esta problemática es necesario contar con el conocimiento suficiente sobre las etapas fenológicas del cultivo, permitiendo identificar los momentos críticos de cada una de ellas y que se los puede controlar, siendo las más determinantes: V1 a V4 control oportuno de malezas, de V8 a V10 tamaño de mazorcas y número de hileras asociado al nitrógeno y VR sincronía de floración y polinización, y así poder establecer el manejo más efectivo que garantice el adecuado desarrollo del cultivo para lograr mayores rendimientos.

**Palabras clave:** calidad de semilla, etapas fenológicas, manejo integral, maíz de altura.

## **Evaluación de familias de maíz (*Zea mays* L.) tipo Zhima para las provincias de Azuay y Cañar en el Ecuador**

Rafael Muñoz<sup>1\*</sup>, Henry Vacacela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental del Austro (EEA), Programa de Maíz. Gualaceo, Azuay.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental del Austro (EEA), Programa de Cereales. Gualaceo, Azuay.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [rafael.munoz@iniap.gob.ec](mailto:rafael.munoz@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz (*Zea mays* L.) constituye el principal cultivo de la Sierra Sur del Ecuador. En el año 2022 en las provincias del Azuay y Cañar se sembraron 9 820 ha de maíz suave, mientras que en el año 2021 se sembraron 11 207 ha, evidenciándose menos superficie sembrada en el año 2022. El Programa de mejoramiento genético de Maíz de la Estación Experimental Austro - EEA desde el año 2021 viene evaluando las familias más sobresalientes de la variedad nativa ecuatoriana llamada “Zhima” perteneciente a la raza “Cuzco Ecuatoriano”. El estudio se inició en el año 2019 con 52 familias colectadas en las provincias de Cañar y Azuay por técnicos de la EEA y el maíz INIAP 153 Zhima mejorado; liberado en el año 1992. Es así que, el objetivo del presente estudio es generar una nueva variedad mejorada de maíz (*Zea mays* L.) tipo Zhima para las provincias de Azuay y Cañar. Para este propósito durante los años 2021 y 2022 se ha venido evaluando el comportamiento agronómico de cada una de las familias utilizando el método de cruzamiento de medios hermanos. Este consiste en desarrollar un bloque de recombinación, para lo cual, de cada mazorca se obtiene un tratamiento hembra que será polinizado por una mezcla proveniente de todas las mazorcas. Como resultado parcial se puede indicar que, al momento se cuenta con 480 familias de 8 a 12 hileras por mazorca, grano grande semicristalino, blanco y con ligera capa harinosa. En este último ciclo 2022, se evaluó a 280 familias, en donde se evidenciaron los siguientes resultados preliminares: 156 familias presentan floración fémina a los 106 días, 118 familias presentan una altura de planta de 190 a 220 cm, 131 familias presentan una altura de mazorca de 100 a 130 cm, 138 y 234 familias no presentan acame de raíz y acame de tallo respectivamente. Por lo tanto, se puede evidenciar que las familias seleccionadas de los maíces tipo Zhima hasta la fecha demuestran su adaptación a esta zona y como buena alternativa productiva y nutricional para el consumo humano.

**Palabras clave:** cruzamiento, familias, maíz, mejoramiento genético, variedad nativa.



## **Sistema de producción de maíz (*Zea mays* L.) de la variedad Tusilla en la Amazonía ecuatoriana**

Nelly Paredes<sup>1</sup>, Alvaro Monteros-Altamirano<sup>2</sup>, Luis Lima<sup>1</sup>, Nelly Ávalos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Central de la Amazonía, Orellana, Ecuador*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador*

\*Autor para Correspondencia, email: [nelly.paredes@iniap.gob.ec](mailto:nelly.paredes@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cereales cultivados en las diferentes regiones del país y es de gran importancia económica para las familias ecuatorianas. Para los pueblos indígenas de la Amazonía, el maíz representa también un rubro de importancia alimenticia y social. Las variedades tradicionales locales como el maíz Tusilla y Zhubay se convierten en importantes alimentos de subsistencia, los mismos que son sembrados con prácticas agrícolas tradicionales y bajo un sistema de producción itinerante. El objetivo de este estudio fue recabar las principales prácticas de siembra tradicional del maíz Tusilla, en 37 comunidades pertenecientes a la Federación de la Nacionalidad Shuar de Pastaza (FENASH-P). Para esto, en el mes de abril del 2023, se aplicaron 37 encuestas a los líderes y representantes de la organización, para conocer cuáles son las prácticas agrícolas más comunes para esta variedad, en la organización Shuar (FENASH-P). Posteriormente, se desarrolló un taller de socialización con líderes de las comunidades en el cual, se escogieron a cuatro de ellas: Consuelo, Tarimiat, Chapints y Shakap, para sembrar Tusilla, usando su práctica tradicional de roza-tumba-pudre. Se prepararon áreas de 1000 m<sup>2</sup> por comunidad se evaluó el porcentaje de germinación y se dio seguimiento al cultivo. Como resultado de la sistematización se identificaron para las comunidades dos tipos de agricultura: roza-tala-quema (Llankana-Kuchuna-Rupana) y roza-tumba-pudre (Llankana- Kuchuna-Ismushka). Sin embargo, de estas dos prácticas agrícolas, la que mayormente utilizan las comunidades en estudio para la siembra del maíz Tusilla, es la práctica de roza-tumba-pudre, llamada también práctica de “tapado”. Se identifica que esta práctica es la más usada debido a que en la Amazonía las condiciones de humedad y lluvia facilitan el proceso de descomposición de la materia vegetal. La práctica de tapado, consistió en realizar un corte de las arvenses más pequeñas dentro del sotobosque o rastrojo, posteriormente se sembró el maíz al boleó y finalmente se tumbaron los árboles más delgados del sotobosque, sin quemar el rastrojo, para que inicie un proceso de descomposición. Con la práctica tradicional de siembra de maíz Tusilla, se obtuvo un porcentaje de germinación del 90%, en las cuatro comunidades al inicio de crecimiento del maíz. Además, se identificó que la práctica agroecológica (roza-tumba-pudre) produce varios beneficios como una cobertura vegetal en el suelo, acumula materia orgánica, reduce la erosión de suelos, mantiene la humedad del suelo, además, disminuye el crecimiento de las arvenses. Sin embargo, esta práctica está en riesgo, ya que en la zona se está promoviendo la siembra de variedades comerciales de maíz, usando sistemas comerciales con el monocultivo.

**Palabras clave:** conocimiento tradicional, prácticas culturales, roza-tumba-pudre.

## **Explorando la adaptabilidad del maíz criollo (*Zea mays* L.) a la diversidad de pisos altitudinales y climas en el Litoral ecuatoriano**

Eddie Ely Zambrano-Zambrano<sup>1\*</sup>, Iris Betzaida Pérez-Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, Programa de Maíz. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Universidad Ecotec, Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible (CEDS). Samborondón, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [eddie.zambrano@iniap.gob.ec](mailto:eddie.zambrano@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El maíz criollo (*Zea mays*) es un cultivo tradicionalmente valioso en el Litoral ecuatoriano. En este trabajo el objetivo fue analizar la adaptación del maíz criollo a los diferentes pisos altitudinales en esta región, enfatizando su diversidad genética y respuestas fenotípicas a las condiciones climáticas. La información analizada reveló que el maíz criollo exhibe una asombrosa capacidad de adaptación a los diferentes pisos altitudinales presentes en el Litoral ecuatoriano, desde las tierras bajas cercanas al nivel del mar hasta las zonas montañosas más elevadas, siendo cultivado exitosamente. Con base en la información de pasaporte, se estableció que la diversidad genética está presente a diferentes altitudes, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1700 msnm, identificando poblaciones con mejor desempeño fenotípico para desarrollarse en diversos ambientes. Diferentes tipos exhiben adaptaciones específicas a distintos pisos altitudinales, lo que sugiere una relación entre la altitud y el desarrollo de rasgos adaptativos. En cuanto a su adaptación a climas diversos, el maíz criollo ha mostrado una notable capacidad para tolerar las elevadas temperaturas y la humedad característica del Litoral ecuatoriano. Algunas variedades presentan características fenotípicas adaptativas, como un ciclo de crecimiento más corto que les permite aprovechar al máximo las precipitaciones estacionales. Otras variedades exhiben resistencia a enfermedades fúngicas comunes en la región, como la roya. Es notable que la diversidad genética le confiere una gran adaptabilidad a diferentes altitudes y la capacidad única para enfrentar variaciones ambientales, lo que lo convierte en una valiosa fuente de genes para el mejoramiento genético del maíz en el país. Esta diversidad genética del maíz criollo aún no ha sido estudiada en detalle, pero es fundamental reconocer la importancia de identificar la presencia de múltiples alelos con rasgos adaptativos, pues desempeña un papel fundamental en su adaptación a los diferentes pisos altitudinales y climas específicos de la región. Es crucial tener en cuenta que la introducción de variedades comerciales ha provocado una disminución en la diversidad genética del maíz criollo. Esta reducción puede tener consecuencias negativas en su capacidad de adaptación y plantea preocupaciones sobre la conservación y sostenibilidad a largo plazo de esta valiosa reserva de genes. Por lo tanto, resulta fundamental promover la valorización y conservación de las variedades tradicionales de maíz criollo como una estrategia para preservar su diversidad genética y garantizar su adaptabilidad a los distintos pisos altitudinales y climas presentes en el Litoral ecuatoriano.

**Palabras clave:** adaptación, climas, diversidad genética, litoral ecuatoriano, maíz criollo, pisos altitudinales.

## **Efecto combinado de la fertilización y bioestimulación en la productividad de mazorcas y forraje de la variedad de maíz INIAP 543 – QPM**

Benny Avellán-Cedeño\*<sup>1</sup>; Sofía Velásquez-Cedeño<sup>2</sup>, Galo Cedeño-García<sup>3</sup> Ever Macías Quiroz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, Núcleo de Desarrollo Tecnológico, Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Grupo de Investigación Bioeconomía y Economía circular (BIOEC), Calceta, Ecuador.*

<sup>3</sup>*ESPAM MFL. Grupo de Investigación Manejo Sostenible de Suelos y Aguas (MSSA), Calceta, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, email: [benny.avellan@iniap.gob.ec](mailto:benny.avellan@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto combinado de la fertilización y bioestimulación en la producción de mazorcas y forraje de la variedad de maíz blanco y alta calidad proteica INIAP 543 QPM. La investigación se desarrolló durante la temporada seca del 2021, en dos localidades de la provincia de Manabí que fueron El Frutillo del cantón Rocafuerte y Figueroa del cantón Bolívar. Los tratamientos evaluados fueron fertilización con bioestimulación (FERBIO) y Fertilización convencional (FC). El tratamiento FERBIO consistió en la aplicación combinada de fertilizantes minerales y bioestimulantes, mientras que el FC consistió en la aplicación únicamente de fertilizantes minerales. Las principales variables registradas fueron el rendimiento de mazorcas comerciales en almud (bultos de 150 mazorcas), rendimiento de biomasa forrajera (bolsas de ensilaje de 40 kg) y rentabilidad económica (USD ha<sup>-1</sup>). Los datos fueron analizados con prueba estadística de t de Student ( $\alpha = 0.05$ ) para observaciones pareadas. Los resultados mostraron que el BIOFER incrementó significativamente ( $p < 0.05$ ) la producción de mazorcas comerciales y de ensilaje en ambas localidades evaluadas, con respecto al FC. En la localidad de Bolívar, FERBIO logró un rendimiento de 42525 mazorcas (284 almudes), en comparación a las 37350 (249 almudes) alcanzadas por la FC. Del mismo modo, en Rocafuerte el FERBIO logró una productividad de 44290 mazorcas (295 almudes), con relación a las 36891 mazorcas (246 almudes) obtenidas con FC. En cuanto a la producción de bolsas de ensilaje, en Bolívar el tratamiento FERBIO logro un incremento del 6,76 % sobre la FC. Por su parte, en Rocafuerte la FERBIO logró un incremento en rendimiento de ensilaje del 12,79 %, con relación a la FC. La biomasa verde sin las mazorcas (hojas y tallos), utilizada como ensilaje mostró un contenido proteínico del 5,89 y 5,80 % para los tratamientos FERBIO y FC, respectivamente, en la localidad de Bolívar. Para la localidad de Rocafuerte, la biomasa verde logró un contenido proteico del 5,00 y 4,83 % para los tratamientos FERBIO y FC, en su orden respectivo. La rentabilidad económica fue del 146 y 148 % para el FERBIO, en Rocafuerte y Bolívar, con relación al FC que alcanzó una rentabilidad económica del 133 y 118 %, para ambas localidades, respectivamente. FERBIO se postula como una alternativa tecnológica efectiva para incrementar la productividad y rentabilidad de la variedad de maíz INIAP 543-QPM en Manabí.

**Palabras clave:** eficiencia, fertilización, maíz, suelo, rentabilidad.

## Exploración del potencial de *Trichoderma* spp. como estimulante del desarrollo radicular en cultivos de maíz bajo condiciones controladas

Christopher W. Suárez\*<sup>1</sup>, Nelly Remache<sup>2</sup>, Jimmy Pico<sup>1</sup>, Ernesto Paredes<sup>1</sup>, Alex Delgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo; Instituto Nacional, de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Joya de los Sachas – Ecuador.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Orellana – Ecuador.

<sup>3</sup>Ingeniero Agropecuario; Instituto Nacional, de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Yaguachi – Ecuador.

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [christopher.suarez@iniap.gob.ec](mailto:christopher.suarez@iniap.gob.ec)

### Resumen

El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal en la agricultura ha adquirido relevancia debido a su impacto positivo en la sanidad de los cultivos, fertilidad del suelo y productividad. El género *Trichoderma* spp. ha destacado como una opción valiosa, y en Ecuador, país megadiverso, ha surgido un creciente interés en estudiar cepas nativas de *Trichoderma* con potencial biocontrolador y estimulante del desarrollo vegetal. Este estudio evaluó el potencial de cepas nativas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos de pitahaya, cacao y maíz para estimular el desarrollo radicular en cultivos de maíz. Se seleccionaron nueve cepas prometedoras tras aislamientos previos para someterlas a un screening de selección. La evaluación de los aislados de *Trichoderma* spp. se llevó a cabo en un invernadero con plántulas de maíz cultivadas en bolsas de polietileno. Se midieron altura, diámetro, longitud y peso de las raíces. Algunas cepas de *Trichoderma* spp. mostraron un efecto significativo en el desarrollo radicular de las plantas de maíz, con la cepa MSPP-02-05 destacando con la mayor altura promedio. En cuanto a longitud y peso de raíces, se encontraron diferencias significativas entre los aislados. MSPP-02-04 exhibió la mayor longitud de raíces y MSPP-01-03 presentó el mayor peso de raíces. Esto sugiere que ciertas cepas de *Trichoderma* spp. pueden mejorar la estructura radicular, aumentando la absorción de nutrientes y, por ende, el crecimiento vegetal. En conclusión, este estudio muestra el potencial de cepas nativas de *Trichoderma* spp. como estimulantes del desarrollo radicular en cultivos de maíz bajo condiciones controladas de invernadero. Estos hallazgos respaldan la importancia de explorar y aprovechar la biodiversidad de microorganismos beneficiosos en la región amazónica de Ecuador para mejorar la agricultura sostenible y la productividad. Sin embargo, se requiere una investigación más detallada para comprender los mecanismos subyacentes detrás de la estimulación del crecimiento radicular y su aplicabilidad en sistemas agrícolas reales.

**Palabras clave:** agricultura, desarrollo radicular, maíz, microorganismos, trichoderma.

## **Efecto de diferentes estrategias de aplicación de un biofertilizante en el cultivo de maíz en la Estación Experimental Santa Catalina**

Ana Pincay<sup>1\*</sup>, Cristian Subía<sup>2</sup>, Carlos Sangoquiza<sup>2</sup>, José L. Zambrano<sup>2</sup>, Chan H. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Korea Partnership for Innovation of Agriculture, RDA (KOPIA), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [anapincay3475@gmail.com](mailto:anapincay3475@gmail.com)

### **Resumen**

El maíz suave choclo es uno de los principales cultivos en la Sierra del Ecuador, aunque históricamente ha presentado niveles de productividad bajos en comparación con otros países de América Latina. Para abordar esta problemática, el Programa de Maíz del INIAP ha investigado durante casi dos décadas sobre el uso de bacterias promotoras de crecimiento aisladas de la rizósfera de maíz de las principales zonas maiceras de la región. Las bacterias seleccionadas en las investigaciones realizadas, fueron caracterizadas molecularmente por la Universidad de Guelph (Canadá) y se identificaron como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*, las que se utilizan para formular un biofertilizante denominado Fertibacter Maíz, el mismo que fue validado en varias localidades de la Sierra ecuatoriana, observándose en la mayoría de los casos un incremento significativo en el rendimiento del cultivo inoculado respecto del cultivo sin biofertilizante, lo que ha demostrado el potencial de este biofertilizante para mejorar la producción en choclo del maíz suave. Este producto fue desarrollado y validado en la inoculación a la semilla, donde se determinó que su aplicación al momento de la siembra reduce el uso de fertilizantes sintéticos hasta en un 50 %, por ello con el objetivo de incrementar los beneficios del uso del bioinsumo, en este estudio se evaluó el efecto del biofertilizante al ser aplicado por drench en diferentes estados de desarrollo del cultivo de maíz. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1 (fertilización química), T2 (Fertibacter Maíz aplicado a la semilla), T3 (Fertibacter Maíz aplicado a la semilla más una aplicación por drench a los 30 días) y T4 (Fertibacter Maíz más dos aplicaciones por drench a los 30 y 60 días). Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de Fertibacter Maíz por drench tuvo un impacto positivo en la producción de choclo; es así que en el tratamiento T3 el rendimiento se incrementó en un 13.95 % y en T4 en un 72.64 %, con respecto al tratamiento T1 (fertilización química). Estos resultados muestran que la aplicación de Fertibacter Maíz en inoculación a la semilla sumado a dos aplicaciones en drench, ha demostrado ser una estrategia prometedora para mejorar la productividad del cultivo. Este enfoque innovador puede ofrecer una solución viable y sostenible para los agricultores de la región, permitiéndoles incrementar sus rendimientos y mejorar su calidad de vida. No obstante, se requieren más investigaciones y estudios a largo plazo para determinar el impacto y la eficacia de esta práctica en diversas condiciones ambientales y culturales.

**Palabras clave:** biofertilizante, bacillus subtilis, pseudomonas fluorescens, maíz suave.

## **Evaluación del rendimiento de maíz suave choclo (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra en acolchado plástico en la Sierra del Ecuador**

Carlos A. Sangoquiza<sup>\*1</sup>, José L. Zambrano<sup>1</sup>, Cristian Subia<sup>1</sup>, Ana K Pincay<sup>2</sup>, Rafael Muñoz<sup>1</sup>, Cesar Asaquibay<sup>1</sup>, José Camacho<sup>1</sup>, Victoria López<sup>1</sup>, Diego Peñaherrera<sup>1</sup>, María Nieto<sup>1</sup>, Jovanny Suquillo<sup>1</sup>, Chan H. Park<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Korea Partnership for Innovation of Agriculture RDA, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia: [carlos.sangoquiza@iniap.gob.ec](mailto:carlos.sangoquiza@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

En la Sierra del Ecuador, la superficie cosechada de maíz suave en el 2020 fue de 69130 ha, con un rendimiento promedio de 1,61 t ha<sup>-1</sup> de grano en seco y 3,68 t ha<sup>-1</sup> de choclo. Una de las principales limitantes a nivel de la Sierra es el bajo rendimiento, causado entre otros aspectos por diversos eventos climatológicos entre los cuales se encuentran la sequía, heladas e inundaciones los cuales afecta considerablemente la producción. En los últimos años. China, Japón y Corea del Sur han sido los mayores usuarios de la tecnología de acolchados plásticos, representado en un 80 % del uso mundial, provocando así el incremento en la producción, precocidad en la cosecha, mayor eficiencia en el uso del agua, aumento en la temperatura del suelo, control de malezas y disminuye el riesgo de heladas. El uso de la tecnología de acolchado plástico en maíz de altura no ha sido utilizado en el país por lo que no se cuenta con información que permita demostrar el beneficio del uso de esta tecnología a nivel de agricultores. Con estos antecedentes se realizaron varios trabajos de investigación en la Estación Santa Catalina, donde se observó un incremento significativo en la producción de maíz. Es así como a través del proyecto KOPIA-INAP se evaluó el efecto del acolchado plástico sobre el rendimiento de maíz choclo en las provincias de: Pichincha, Carchi, Tungurahua, Chimborazo y Azuay. Para ello se implementaron ensayos en campo de agricultores con dos tratamientos (T1: siembra en acolchado plástico y T2: siembra sin acolchado plástico), en cada una de las localidades se implementó un diseño de bloques completamente a azar con tres repeticiones. La semilla utilizada fue propia de cada localidad. Los resultados mostraron un incremento en el rendimiento de; Azuay 23 %, Carchi 189 %, Chimborazo 135 %, Tungurahua 28 %, Pichincha 38 %. Es claro que no solamente con el uso del acolchado se logra una mayor producción este tiene que estar acompañado de un adecuado uso de fertilizantes, del manejo propio del suelo, por lo que esta tecnología es un apoyo dentro de las técnicas agrícolas que actualmente se utilizan.

**Palabras clave:** acolchado plástico, cambio climático, rendimiento, maíz suave.

## Progreso genético del primer ciclo de selección masal estratificada en una población de maíz criollo en la provincia de Manabí, Ecuador

Fernando David Sánchez-Mora<sup>\*1</sup>, Ricardo Limongi Andrade<sup>2</sup>, Rolando León Aguilar<sup>1</sup>, Soraya Peñarrieta Bravo<sup>1</sup> y Daniel Alarcón Cobeña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Carrera de Agronomía, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Lodana, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Colegio de Ingenieros Agrónomos de Manabí, CIAM. Portoviejo, Manabí, Ecuador.*

*\*Autor para Correspondencia, e-mail: [fernando.sanchez@utm.edu.ec](mailto:fernando.sanchez@utm.edu.ec)*

### Resumen

El maíz criollo raza Candela, también conocido como: salprieda, amarillo, naranja, suave, harinoso, entre otros, es el principal insumo para la elaboración de platos típicos especialmente en la provincia de Manabí (tortillas, chicha, natilla, salprieda, hayacas, humitas, entre otros). Esta raza de maíz se caracteriza por presentar plantas con alturas de hasta 4 m y deficiente sincronización de sus estructuras reproductivas. El objetivo de esta investigación fue seleccionar plantas que presenten menor altura y mayor tamaño de mazorca. La población base provino de la Comunidad “La Laguna”, parroquia Charapoto, cantón Sucre. La investigación se desarrolló en el campus experimental “La Teodomira” de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana. En la época seca del 2019, se establecieron 17 parcelas experimentales de 21 m<sup>2</sup> cada una, se evaluaron 10 plantas al azar en cada parcela (población original, n= 170 plantas) y al momento de la cosecha en cada parcela se seleccionaron plantas con menor altura y que presentaban mazorcas con buen tamaño y sanidad (población seleccionada, n= 60). En la época seca del 2022, se estableció la población seleccionada y fueron registradas las variables: altura de planta, altura de inserción de mazorca y características de la mazorca: peso (g), diámetro (cm), longitud (cm), peso de semillas (g) y número de líneas. En las 60 familias el diferencial de selección (*ds*) de la variable altura de planta fue negativo, variando de -0,1 a -0,54 cm, y el progreso de selección (*ps*) varió -0,48 a -0,87 cm, mostrando mayor eficiencia en las familias P12D30, P18D50, P23D60 y P34D30, que redujeron la altura en -0,8 m en promedio. En el peso de la mazorca 41% de las familias presentaron *ds* negativos mostrando que la selección no tuvo efecto, mientras que el 35% de las familias mostraron incrementos en el *ds* (23,3 a 66,6 g) y el *ps* (14,2 a 52,3 g). En la variable longitud de mazorca se observó este mismo comportamiento, esto es debido a que el peso y largo de mazorca son variables correlacionadas. En el peso de semilla, 71 % de las familias registraron *ds* positivos (0,1 a 35,5 g), el *ps* fue positivo para las todas las familias y varió de 8 a 50,8 g. En las características de la mazorca se destacaron las familias P2D40, P18D50, P23D60, P27D40, P33D60 y P34D30. En base a estos resultados las familias P18D50, P23D60 y P34D30 redujeron la altura e incrementaron el rendimiento de grano de maíz criollo. Estos resultados muestran que la selección permite obtener ganancias genéticas desde el primer ciclo. Es importante continuar evaluando estas familias seleccionadas en nuevos ciclos de selección bajo un esquema de selección recurrente (medios hermanos o mazorca/surco), así mismo aumentar la base genética para evitar erosión genética.

**Palabras clave:** altura de planta, diferencial de selección, maíz amarillo, Progreso de selección, Zea mays.



## **Efecto de la fertilización y densidad de siembra sobre la producción de fitomasa verde en el maíz INIAP 543 QPM**

Kevin Torres<sup>1</sup>, Miguel Carrillo<sup>1</sup>, Gonzalo Pergueza<sup>2</sup>, Víctor Castro<sup>2</sup>, Carlos Congo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Orellana. Puerto Francisco, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA). La Joya de los Sachas, Ecuador.*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [carlos.congo@iniap.gob.ec](mailto:carlos.congo@iniap.gob.ec)

### **Resumen**

La variedad de maíz INIAP 543-QPM es de libre polinización, originario de la población ACROSS-8363 interpuesta del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y perfeccionada por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), esta variedad fue liberada en el litoral ecuatoriano para usos gastronómicos e industriales, sin embargo, durante el proceso de investigación multiambiente, se identificó características de potencial forrajero en las condiciones agroecológicas de la Amazonía centro norte. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización y densidad de siembra, sobre la producción de forraje verde del maíz INIAP 543 QPM. El experimento se desarrolló en la época de máxima precipitación (Abril-Junio) en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana, situado a latitud: 0°21'31,2''; longitud: 76°52'40,1''; con altitud de 272 m s.n.m. Para medir el efecto de los tratamientos sobre la producción de fitomasa, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y cuatro repeticiones con arreglo factorial A (Densidades: 0,8 x 0,2 m; 0,6 x 0,2 m; 0,5 x 0,2 m) y B (Fertilización kg/ha: Control; nivel bajo: 90N+23P+30K+21,5S+27Mg; nivel medio: 180N+46P+60K+43S+54Mg; y nivel alto: 270N+69P+90K+64,5S+81Mg) en parcelas divididas, donde el factor A corresponde a la parcela grande y el B a la subparcela. Para establecer diferencias estadísticas se realizó la comparación de las medias mediante la prueba de Tukey al 5%. El forraje se cosechó a los 60 días y el manejo del cultivo se realizó de acuerdo al protocolo de evaluación de ensayos de adaptabilidad y eficiencia en maíz duro desarrollado por el programa de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Se encontró diferencias ( $P < 0,05$ ) para el factor A y B, así como para su interacción, resultando la densidad 0,5 x 0,2 m con fertilización alta (57,55 t/ha), baja (52,66 t/ha) y media (50,0 t/ha) con los mejores rendimientos de fitomasa, con respecto a los tratamientos control con densidades de 0,8 x 0,2 m (30,44 t/ha) y 0,6 x 0,2 m (38,74 t/ha). Los resultados mostraron que la fitomasa verde del maíz INIAP 543-QPM fue afectada por la densidad y los niveles de fertilización, el marco de siembra 0,5 x 0,2 m con los niveles bajo, medio y alto, lograron mayor acumulación de fitomasa en las condiciones de suelo y clima, donde se realizó esta investigación.

**Palabras clave:** amazonía, forraje, nutrición, rendimiento, *Zea mays*.

## Desempeño funcional de tres prototipos de máquinas manuales para desgranar maíz

Israel Jesús Vega Ponce<sup>1</sup>, Emil Cristhian Vega Ponce<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado, Programa de Maestría en Ingeniería Agrícola.

<sup>2</sup>Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agrícola, Departamento de Ciencias Agrícolas.

\*Autor para correspondencia, e-mail: [emil.vega@utm.edu.ec](mailto:emil.vega@utm.edu.ec)

### Resumen

Desgranar maíz utilizando directamente las manos puede ser un proceso laborioso y de mucha paciencia; fricción y torsión son los métodos más comunes para romper la unión entre los granos y el eje central de la mazorca. Riesgo de lesiones, ineficiencia y desuniformidad, fatiga y cansancio son algunas de las desventajas de realizar esta actividad sin las herramientas o máquinas adecuadas. La utilización de materiales ligeros y duraderos, combinados con un diseño intuitivo y fácil de usar que incluya un mecanismo de desgranado eficiente, fueron las consideraciones adoptadas para construir tres modelos de desgranadoras manuales de maíz. Fuerza de agarre de la mano (FAM) y pulso cardiaco radial (PCR) fueron los parámetros que permitieron medir en un grupo de 20 personas (10 mujeres y 10 hombres) la capacidad de operación de estas desgranadoras. Las máquinas se fabricaron con acero de calidad ASTM A36 – SAE 1008, ASTM A500, INEN 1 623:2009 y sus piezas se unieron con ayuda de electrodos E-6011 mediante soldadura eléctrica. El conjunto desgranador estaba compuesto por cuatro dientes de geometría hexago-trapezoidal, que se adaptaban perfectamente a la conicidad de las mazorcas. Las tres máquinas (M1, M2 y M3) se diferenciaron porque dos de los tres modelos (M2 y M3) contaron con una palanca de potencia, y una de estas dos máquinas (M3) con mecanismos reductores de fricción, por lo que M1 era una máquina sin mecanismos móviles. Al evaluar la FAM, se observó que únicamente en M1 existió diferencia significativa entre mujeres y hombres después de desgranar, pero al comparar este parámetro entre antes y después de realizar esta actividad, el mayor rango de fuerza se observó en el grupo de los hombres. Para el PCR, en la M1 también se observaron diferencias significativas entre los dos grupos de sexo con 11,7 latidos por minutos más en las mujeres, luego de la operación de desgrane. Al final también se observó que en las desgranadoras con mecanismos móviles (M2 y M3) se obtuvo una mayor velocidad de desgrane, principalmente en el grupo de las mujeres, donde se encontraron diferencias significativas.

**Palabras clave:** conicidad de mazorca, fuerza, pulso cardiaco radial, velocidad de desgrane.

## Comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en sistema transitorios con cacao (*Theobroma cacao* L.)

Ricardo Limongi Andrade<sup>1</sup>, Jhon Jairo.Figueroa Venegas<sup>2</sup>, Julio Gabriel Ortega<sup>2</sup>, Carlos Samaniego Rojas<sup>3</sup>, Geover Peña Monserrate<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Colegio de Ingenieros Agrónomos de Manabí (CIAM). Consultor e Investigador independiente. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa, Ecuador.*

<sup>3</sup>*Programa Adaptación basada en agroecosistemas (EbA-LAC). Manabí, Ecuador.*

<sup>5</sup>*Instituto NIAP, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí, Ecuador*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [jricardo.limongi@gmail.com](mailto:jricardo.limongi@gmail.com)

### Resumen

En muchas regiones de América Latina y el Caribe, el cultivo de cacao es desarrollado bajo sombra, en sistemas complejos, multiestratos que incluyen especies de usos múltiples. tendencia que es encontrada a nivel del Litoral ecuatoriano, principalmente en la provincia de Manabí donde el 48.42 % de sus plantaciones se encuentran bajo el enfoque de sistemas agroforestales. En la fase de establecimiento del cacao, es muy común la siembra de cultivos de ciclo corto, como el maíz con la finalidad de aprovechar los espacios de siembra, minimizar los efectos de competencia por malezas, obtener réditos económicos y contribuir con información relevante a la ciencia y tecnología. El objetivo fue evaluar la productividad del sistema transitorio cacao-maíz durante el primer año de establecimiento. Se utilizó un DBCA con tres repeticiones en arreglo factorial 3 (híbridos de maíz) x 8 (clones de cacao). Para los híbridos de maíz las variables de respuesta estuvieron asociadas a los componentes del rendimiento y fitosanitarias; y, para los clones de cacao fueron de tipo agronómicas asociadas a crecimiento y de cobertura vegetal obtenida mediante “CANOPEO” mediante el cálculo de la fracción de cubierta vegetal. Previo a los análisis de variancia y comparación de medias se realizó el análisis de normalidad (Skewness, kurtosis), de homogeneidad de variancia (Chi-Cuadrado). Existe un efecto del sistema hacia los componentes del rendimiento del maíz y cada híbrido mostró su expresión genética, con bajos porcentajes de acames de plantas, mazorcas podridas y enfermedades de las hojas. El híbrido INIAP H-601 fue el más precoz a nivel de floración masculina, floración femenina y menor altura de planta. La mayor producción y productividad del maíz como cultivo transitorio con cacao fue del híbrido INIAP H-601 con rendimiento de 1.59 t ha<sup>-1</sup>, y prolificidad de 1.51 mazorcas por planta. Se encontraron interacciones positivas del maíz sobre el crecimiento del cacao donde el clon EET-800 alcanzó la mayor altura con 37.37 cm, mientras el clon CCN-51 (testigo) con 22.73 cm presento las menores alturas. La cobertura de copa tuvo un crecimiento positivo para el clon de cacao EET-801 con un promedio de 36.51%. Un aspecto a resaltar es que en el sistema transitorio cacao-maíz no se observó ataques de *Spodoptera frugiperda*, lo cual posiblemente el sistema contribuye al control cruzado de este tipo de plagas.

**Palabras claves:** cacao, interacción, maíz, productividad, prolificidad, sistemas de cultivos.

## Reconocimiento de malezas presentes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el sitio El Limón, Calceta

David Benjamín Vargas Jiménez<sup>1</sup>, Gonzalo Bolívar Constante Tubay<sup>1</sup>, Geoconda Aracely López Alava<sup>1</sup>, Vicente Leonardo Proaño Cantos<sup>1</sup>, Ronaldo Abrahan Pincay Castro<sup>1</sup>, Jordan Joel Cedeño Giraldo<sup>1</sup>; Sergio Miguel Vélez Zambrano <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta, Ecuador.

\*Autor para correspondência, e-mail: [smvelez@espam.edu.ec](mailto:smvelez@espam.edu.ec)

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue generar una lista de las malezas presentes en los lotes de cultivo de maíz de la carrera de Ingeniería Agrícola ubicada en el sitio El Limón, Manabí. Se utilizó el método de lanzamiento al azar de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, por 15 ocasiones en cada uno de los 2 lotes muestreados. De las malezas que presentaban mayor porcentaje de cobertura se estableció una lista en base a su taxonomía, lugar de origen, hábito de crecimiento, entre otras. Se identificaron 20 especies de malezas, distribuidas en 17 géneros pertenecientes a 13 familias botánicas. Las familias que presentaban las especies con mayor presencia fueron: Poaceae, Convolvulaceae, Amaranthaceae y Asteraceae. Las seis especies botánicas que presentaron mayor porcentaje de cobertura fueron: *Ipomoea purpure*, *Echinochloa colona*, *Paspalum fasciculatum*, *Eleusine indica*, *Amaranthus spinosus*, *A. viridis*. Un conocimiento adecuado de las malezas presentes en una determinada área geográfica se convierte en una actividad fundamental en el desarrollo de estrategias de manejo de este tipo de plantas.

**Palabras clave:** arvenses, dominancia, identificación, maíz.

## **Experiencias desde la academia en beneficio de la producción de maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Manabí**

George Cedeño-García<sup>1\*</sup>, Adriana Celi Soto<sup>1</sup>, Francisco Arteaga Alcívar<sup>1</sup>, Ramón Jaimez Arellano<sup>1</sup>, Edisson Cuenca Cuenca<sup>1</sup>, Johana Quijije<sup>2</sup>, Belén Cedeño<sup>2</sup>, Luís Zambrano<sup>2</sup>, María Macías<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Técnica de Manabí (UTM). Grupo de Investigación de Nutrición y Ecofisiología de Cultivos. Portoviejo, Santa Ana, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Universidad Técnica de Manabí (UTM). Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Santa Ana, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [george.cedeno@utm.edu.ec](mailto:george.cedeno@utm.edu.ec)

### **Resumen**

El cultivo de maíz aporta con el 70 % de la ingesta energética mundial y su productividad está sujeta a varios factores y sistemas agronómicos, tecnológicos y ambientales, que en su mayoría se direcciona a los sistemas de producción con estrategias estándar sin dar un buen uso a los recursos naturales. Con el objetivo de mejorar los índices productivos del cultivo de maíz se plantearon desde la academia varios trabajos de investigación, cuyos resultados pretenden ser aplicados en todos los estratos de sistemas productivos (pequeños, medianos y grandes productores) de las áreas maiceras. El uso de altas densidades de siembra está entre los principales factores que influyen en la producción de maíz, que causa una altura de planta excesiva, fomentando el acame y debilitamiento en el vigor de las plantas; por lo que se evaluaron alternativas de manejo mediante el uso de inhibidor de crecimientos en las plantas bajo el sistema de altas densidades de siembra. Fueron utilizadas densidades de siembra de 57.000, 71.000, 95.000 y 140.000 plantas ha<sup>-1</sup>, utilizando ajustes poblacionales en sistemas de siembra en hilera simple y doble y número de semillas por sitio de siembra, en que se aplicó un inhibidor de giberelinas (PBZ) en dosis de 0, 1, 2 y 3 cc L<sup>-1</sup>. Se evaluó altura de planta, diámetro de tallo, altura de inserción de mazorca, fluorescencia de la clorofila, índice de clorofila y rendimiento total. Entre los resultados obtenidos, la altura de planta e inserción de mazorca aumentó en función a las densidades de siembra. El diámetro de tallo disminuyó cuando aumentó la densidad de siembra. Con el uso de dosis 3 cc PBZ se redujo la altura de las plantas aproximadamente en 25 cm con altas densidades. El uso de PBZ no influyó sobre los parámetros de fluorescencia de la clorofila ni sobre los rendimientos del maíz. Se logró rendimientos promedios de 350 qq ha<sup>-1</sup> con la mayor densidad poblacional. Adicionalmente, se logró incrementar hasta un 13 % el rendimiento en hilera simple versus el uso de doble hilera de siembra.

**Palabras claves:** altas densidades, inhibidores, rendimiento, sistemas de siembra.

## Fertilización de fósforo en combinación con ZeoterA para el control de mancha de asfalto en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Angélica Gorozabel<sup>1</sup>, Favio Herrera<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Mocache, Los Ríos, Ecuador.

\*Autor para correspondencia, email: [fherrerae@uteq.edu.ec](mailto:fherrerae@uteq.edu.ec)

### Resumen

La mancha de asfalto es causada por un complejo de hongos (*Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*) y es considerada una de las principales enfermedades que afecta a los productores de maíz. La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Mocache en la campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el Km 7.5 Vía Quevedo – El Empalme. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los efectos del fósforo y ZeoterA (aluminosilicato zeolita clinoptilolita) sobre el control de mancha de asfalto en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron un control (150 kg ha<sup>-1</sup> de P sin ZeoterA), y 4 dosis de fósforo (125, 100, 75 y 50 kg ha<sup>-1</sup>) con 50 kg ha<sup>-1</sup> de ZeoterA. Todos los tratamientos recibieron la misma dosis de N y K (200 kg ha<sup>-1</sup> de N y 150 kg ha<sup>-1</sup> de K). Se evaluó la severidad de la enfermedad en hojas de diferente altura desde la raíz (bajas, medias y altas) con el software *Leaf Doctor* y con una escala visual. Se evaluaron variables agronómicas de interés como altura de la planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, peso de 10 mazorcas, el rendimiento y finalmente un análisis de beneficio/costo (B/C) de cada tratamiento. El control de la mancha de asfalto no registró diferencias significativas en los tratamientos aplicados. La incidencia de la enfermedad es mayor en las hojas bajas. En las variables de altura, longitud y diámetro de las mazorcas destacó el tratamiento 2 (125 P y 50 ZeoterA kg ha<sup>-1</sup>). En términos de rendimiento, ningún tratamiento mostró una diferencia estadística. El análisis de B/C indicó que el tratamiento de 50 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo con ZeoterA, al tener similar rendimiento al control, puede reemplazar al fósforo en las dosis comúnmente utilizadas y es recomendado por su bajo costo en comparación a la fuente de fósforo utilizada.

**Palabras claves:** evaluación, fertilizantes, Leaf Doctor, ZeoterA.

## Caracterización florística de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el sitio El Junco, Tosagua

José Alejandro Vera Calderón <sup>1</sup>; Diego German Grijalva Villamar <sup>1</sup>; Geoconda Aracely López Álava <sup>1</sup>; Gonzalo Bolívar Constante Tubay <sup>1</sup>; Kelvin Damián Alcívar Medina <sup>1</sup>; Sergio Miguel Vélez Zambrano <sup>1</sup>

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

\*Autor para correspondência, e-mail: [smvelez@espam.edu.ec](mailto:smvelez@espam.edu.ec)

### Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la composición florística de arvenses en el cultivo de maíz en el sitio El Junco, cantón Tosagua de la Provincia de Manabí. Para estimar la dominancia de las arvenses existentes, se seleccionaron 10 fincas, donde se realizaron 20 muestreos al azar utilizando un cuadrante de 0.50 x 0,50 m. En cada punto de muestreo se realizó el conteo e identificación de las arvenses existentes. Se determinaron 43 especies pertenecientes a 21 familias botánicas. De las cuales, siete especies pertenecen a la clase monocotiledóneas y 36 a la clase dicotiledóneas. Las familias que obtuvieron una mayor representatividad en esta localidad fueron: *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Asteraceae* y *Fabaceae*. Además, se obtuvo el ciclo de vida de cada especie, identificando que el 80,17% estuvo representado por arvenses anuales y 19,83% por arvenses perennes. Las especies con más densidad y frecuencia fueron: *Panicum fasciculatum*, *Euphorbia hirta*, *Cyperus laxus*, *Cyanthillium cinereum*, *Leptochloa scabra*, *Alternanthera guyensis*, *Polygala paniculata* y *Echinochloa colona*.

**Palabras clave:** composición florística, frecuencia, malezas.

## **Efecto de metodologías de riego deficitario sobre la respuesta agroproductiva del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo las condiciones climáticas de Manabí**

Cristian Valdivieso López<sup>1</sup>, Alfonso Domínguez Padilla<sup>2</sup> y Robert C. Shwartz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Calceta, Ecuador*

<sup>2</sup>*Universidad de Castilla-La Mancha. Centro Regional de Estudios del Agua (CREA). Albacete, España.*

<sup>3</sup>*United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service (USDA-ARS), Bushland, USA.*

*Autor para correspondencia: [cristian.valdivieso@espam.edu.ec](mailto:cristian.valdivieso@espam.edu.ec)*

### **Resumen**

El presente trabajo de investigación se centró en evaluar el efecto de metodologías de riego deficitario como ORDIL (riego deficitario optimizado por etapas para volúmenes limitados de agua), PRD (secado parcial de raíces) y una combinación de ORDIL + PRD, además de contar con un tratamiento control sin déficit hídrico. La duración del ensayo fue de tres años, 2019, 2020 y 2021 en donde se evaluaron variables de crecimiento y de rendimiento del cultivo de maíz, donde se empleó como material genético el híbrido DAS 3383 de Pioneer con una densidad poblacional de 71.000 plantas ha<sup>-1</sup>. El tratamiento al cual no se aplicó déficit hídrico tuvo un requerimiento de agua de riego medio de 250 mm durante el ciclo de cultivo y fue el que presentó mejores resultados estadísticos en cuanto a las variables de crecimiento (altura de planta, biomasa aérea) y de rendimiento (componentes de rendimiento). Dentro de los tratamientos deficitarios los cuales se les aplicó una lámina de agua de riego de 140 mm como media, la metodología ORDIL fue la que alcanzó el mejor rendimiento y fue el tratamiento que desde el punto de vista de productividad del agua en términos de rendimiento y económicos tuvo mejores resultados. Así también, los tratamientos de PRD presentaron mejores resultados para la variable de rendimiento al alternar el lado de humedecimiento cada una semana en lugar de cada dos semanas.

**Palabras clave:** maíz, ORDIL, PRD, riego deficitario.



## **Evaluación agronómica y productiva de poblaciones de maíz criollo colectados en Manabí, Ecuador**

Wilson Rafael Murillo Arteaga<sup>1</sup>, Fernando David Sánchez Mora<sup>1</sup>, Eddie Ely Zambrano Zambrano<sup>2</sup>, Iris Betzaida Pérez Almeida<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Técnica de Manabí (UTM). Facultad de Ingeniería Agronómica, Lodana, Ecuador.*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>3</sup> *Universidad Ecotec. Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible (CEDS), Samborondón, Ecuador.*

\*Autor para Correspondencia, e-mail: [iperez@ecotec.edu.ec](mailto:iperez@ecotec.edu.ec)

### **Resumen**

En Ecuador, la provincia de Manabí, además de ser una de las principales regiones productoras de maíz duro, se caracteriza por poseer una amplia diversidad genética de la especie. En el siglo pasado fueron reportadas cuatro razas de maíz criollo: Candela, Cubano, Tuxpeño y Chococéño, representando el 14,8 % de la diversidad de razas de maíz existentes en el país. En el siglo XXI, con la introducción de nuevos híbridos y tecnologías para la producción de maíz, se cree que la diversidad genética ha sido vulnerada, pudiendo ocurrir erosión genética de la especie. Durante el año 2022 se realizaron expediciones en 12 cantones de la provincia de Manabí, y se colectaron 41 poblaciones de maíz criollo para ser caracterizadas. Se utilizaron 19 descriptores cuantitativos para la evaluación agronómica y productiva. Para el análisis de los datos se empleó estadística descriptiva, análisis de correlación y análisis de clúster utilizando la distancia euclidiana y el método UPGMA para agrupamientos. Las variables porcentaje de acame (0-95 %), peso de mazorca (44-226,2 g) y peso de tusa (6,8-44,6 g) registraron la mayor variabilidad, evidenciado en sus coeficientes de variación (CV) con 83,3, 36,4 y 49,8 %, respectivamente. La altura de planta en las poblaciones varió de 213 a 374,3 cm (CV= 10,6 %), mostrando la particularidad típica de algunas razas de maíz, que se correlacionan con el acame de la planta ( $r = 0,46^*$ ). Las poblaciones registraron promedios de floración masculina y floración femenina de 61,5 (57 – 68) y 64, 2 (58 – 72) días después de la siembra, respectivamente, correlacionadas ( $r = 0,78^*$ ). El análisis de clúster mostró la formación de cuatro grupos, con una correlación cofenética de 0,72. Los dos primeros grupos fueron conformados cada uno por una sola población. El grupo 3 agrupó 28 poblaciones, y el grupo 4 estuvo conformado por 10 poblaciones. Estos resultados evidencian una considerable variabilidad genética existente en estos materiales de maíz criollo, los cuales constituyen un importante recurso genético, siendo necesario continuar evaluando sus características para su conservación y uso.

**Palabras clave:** caracterización, erosión genética, genotipos, variabilidad genética, Zea mays.

## **Caracterización morfológica y patogénica de aislados de *Fusarium* spp. asociados a la pudrición de mazorca de maíz en Manabí**

Jonathan Alexander Solorzano Solorzano <sup>1</sup>; Sergio Miguel Vélez Zambrano <sup>2</sup>; Verlis Josué Saltos Briones <sup>3</sup>; Jefferson Bertín Vélez Olmedo <sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidad Técnica de Manabí (UTM). Maestría Académica con Trayectoria de Investigación en Sanidad Vegetal. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>2</sup>*Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Carrera de Ingeniería Agrícola. Calceta, Ecuador.*

<sup>3</sup>*Investigador independiente. Portoviejo, Ecuador.*

<sup>4</sup>*Universidad Técnica de Manabí (UTM). Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador.*

\*Autor para correspondencia, e-mail: [asolorzano770@gmail.com](mailto:asolorzano770@gmail.com)

### **Resumen**

La pudrición de mazorcas es una de las principales limitantes de la producción de maíz a nivel nacional. El objetivo de esta investigación fue caracterizar morfológica y patogénicamente aislados de *Fusarium* asociados a la pudrición de mazorca de maíz en la provincia de Manabí. Durante los años 2021 y 2022 se realizaron colectas de mazorcas que presentaban crecimiento micelial blanco-violáceo, para su respectivo aislamiento, identificación morfológica y pruebas de patogenicidad. El aislamiento se realizó de forma directa e indirecta a partir del tejido micelial observado. Para la observación de las estructuras microscópicas de los aislados se diseñaron láminas semipermanentes con lactoglicerol y se realizaron inoculaciones artificiales sobre mazorcas sanas de un híbrido comercial de maíz. Se obtuvieron un total de 20 aislados, que por medio de sus características morfológicas fueron identificados como pertenecientes al género *Fusarium*. El aislado que presentó la mayor longitud y diámetro de microconidias fue C-21 con 7,26 y 2,86  $\mu\text{m}$ , respectivamente; mientras los valores mínimos los registraron los aislados C-71 con 1,78  $\mu\text{m}$  de diámetro y el aislado C-22 con 4,74  $\mu\text{m}$  para la longitud de las microconidias respectivamente. Se determinó que 16 de los 20 aislados de *Fusarium* resultaron patogénicos sobre los granos de las mazorcas de maíz, los síntomas causados por las 16 aislados de *Fusarium* fueron similares a los visualizados en campo.

**Palabras clave:** fitopatógeno, identificación, taxonomía.

Organizan:



Apoyan:



Ministerio de Agricultura y Ganadería



Auspician:



ISBN 978-9978-68-274-6



9 789978 682746

