



1^{er} Simposio Ecuatoriano del Maíz

Ciencia, Tecnología e Innovación

Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz

Editores:

María Gabriela Albán¹, Galo Mario Caviedes¹, José Luis Zambrano²

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

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

Comité editorial:

Galo M. Caviedes¹, José L. Zambrano²

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

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

Expositores:

Henry Aguirre, Freddy Amores, Iván Analuisa, Andrés Araujo, Yamil Cartagena, Mario Caviedes, Galo Cedeño, Christian Cruz, Doris Chalampunte, Xavier Chiriboga, Jorge Dobronski, Paola España, Sandra Garcés, Yosbel Lazo, Antonio León, Juan León, Rolando León, Victoria López, Santiago Mideros, María Nieto, José Ochoa, Randon Ortíz, Edwin Quispe, Horacio Rodríguez, Alejandra Sánchez, Fernando Sánchez, Víctor Sánchez, Carlos Sangoquiza, Félix San Vicente, Christopher Suárez, José Velásquez, Elena Villacrés, Eddie Zambrano, José Zambrano.

USFQ PRESS

Universidad San Francisco de Quito USFQ
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador
Octubre 2021, Quito, Ecuador

ISBNe: 978-9978-68-200-5

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

Simposio Ecuatoriano del Maíz (1er : 2021 : Ecuador)

Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz / editores, María Gabriela Albán, Galo Mario Caviedes, José Luis Zambrano ; [expositores], Henry Aguirre ... [y otros]. – Quito : USFQ Press, 2021 p. cm. ; (Archivos Académicos USFQ, ISSN: 2528-7753 ; no. 38 (oct. 2021))

ISBNe: 978-9978-68-200-5

1. Maíz – Congresos, conferencias, etc. – 2. Maíz – Industria. – 3. Maíz – Producción. – 4. Maíz – Investigaciones. – 5. Tecnología de alimentos. – I. Albán, María Gabriela, ed. – II. Caviedes, Galo Mario, ed. – III. Aguirre, Henry, exp. – IV. Título. – V. Serie monográfica

CLC: SB 191 .M2 S56 2021

CDD: 633.15

OBI-127

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



Citación recomendada de toda la obra: Albán, M.G., Caviedes, G. M., Zambrano, J. L. (Ed.) (2021) Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz. Archivos Académicos USFQ, 38, 1–54

Citación recomendada de un resumen: San Vicente, F. (2021) Evolución del Programa Global de Maíz del CIMMYT. Archivos Académicos USFQ, 38, 11-12.

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:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Korea Program on International Agriculture (KOPIA), Ecuador
Universidad San Francisco de Quito USFQ



Organizaciones auspiciantes:

Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)
ECUAQUÍMICA



Con el gentil apoyo de:

Red Latinoamericana del Maíz
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)



**Memorias del
I Simposio Ecuatoriano del Maíz**

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



Tabla de contenido

Presentación	7
Agenda	8
Evolución del Programa Global de Maíz del CIMMYT	11
Aporte de los centros internacionales de investigación a los sistemas nacionales de extensión rural: experiencias del CGIAR en América Latina	12
Avances en el desarrollo de híbridos y variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L.) para el trópico seco del Litoral ecuatoriano	13
El riego en maíz de altura (<i>Zea mays</i> L.) para la Sierra ecuatoriana	14
Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIAP 101, con diferentes niveles de fertilización.....	15
Protección al estrés abiótico usando elicitores en maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	17
Uso de estrategias transdisciplinarias para el manejo de enfermedades en plantas.....	18
Producción de Semilla Básica de maíz para la Sierra ecuatoriana	19
Mecanización agrícola de pequeña escala para la producción de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la agricultura familiar campesina con mujeres de comunidades altoandinas	21
Maíz forrajero INIAP- 180, fuente excepcional para ensilado e importante alternativa alimenticia para ganado lechero.....	23
Análisis bibliométrico de la cadena de valor de maíz amarillo duro, caso Ecuador	24
Control de enfermedades del maíz en Illinois, EE. UU.	25
Reconocimiento de las principales afectaciones fitopatológicas del cultivo de maíz en la provincia de Orellana.....	26
Efecto de fertilizantes orgánicos sobre la intensidad de enfermedades foliares en un cultivo de maíz.....	27
Evaluación del microbioma asociado a estrés de sequía en maíz y su relación con la respuesta fisiológica de la planta	28
Caracterización genética de poblaciones de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur.....	30
El sistema de cultivo “Push-Pull” para <i>Spodoptera frugiperda</i> en África: sus mecanismos de ecología química	31
Evaluación de tiametoxam + clorantraniliprole para el control de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz	32
Selección masal estratificada en una población de maíz criollo de la provincia de Manabí, Ecuador	33
Evaluación agronómica de progenies de medios hermanos derivadas de una población de maíz negro (<i>Zea mays</i> L.) en la zona alto Andina del Ecuador	35
Respuesta del maíz blanco harinoso tipo “Chazo” a las condiciones agroclimáticas de Cevallos, Tungurahua, Ecuador	36
Uso de acolchado plástico en la producción de maíz suave (<i>Zea mays</i> L. var. <i>amylacea</i>)..	37

El efecto del uso de las tecnologías sobre el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro en el Ecuador.....	39
Efecto de la aplicación de bacterias promotores del crecimiento vegetal <i>Azospirillum</i> sp y <i>Pseudomonas fluorescens</i> sobre el cultivo de maíz de altura	40
Diversidad, resistencia y vulnerabilidad: el caso de la Mancha Norteña del Maíz en Ecuador	41
Efecto del fertirriego en el cultivo de maíz harinoso (<i>Zea mays</i> L var. <i>amylacea</i>) variedad Pepa.....	43
Fertilización líquida localizada como estrategia de nutrición en maíz de secano	44
Efecto de la densidad de siembra y riego localizado por goteo en el comportamiento productivo del maíz.....	46
Determinación de requerimientos hídricos del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIAP 102.....	47
Caracterización morfológica de maíz raza Canguil (<i>Zea mays</i> L. var <i>everta</i>) procedente de la provincia de Imbabura	48
Mejoramiento genético de maíz (<i>Zea mays</i> L.) Chulpi y Canguil en la Sierra del Ecuador	49
Impacto de la extrusión en la textura, propiedades funcionales y composición química de dos variedades de maíz duro (<i>Zea mays</i> L. var. <i>indurata</i>).....	51
Fitotoxicidad del cadmio sobre la germinación y crecimiento de variedades de maíz ecuatorianas.....	52
El relieve del terreno cambia la absorción y eficiencia de uso del N afectando la productividad y rentabilidad del maíz (<i>Zea mays</i> L.) de secano con cero labranza	53

Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz

Investigación, Desarrollo e Innovación

Presentación

El maíz es el principal cultivo transitorio del Ecuador debido a que además de ser un componente básico en la dieta de gran parte de la población y estar relacionado a costumbres y tradiciones locales, representa una alternativa de producción económicamente rentable, por la infinidad de usos, sobre todo en la industria de alimentos y balanceados.

En los últimos años el maíz amarillo duro que se cultiva principalmente en la Costa ha tenido incrementos importantes en el rendimiento promedio del cultivo; esto se debe, entre otros aspectos, a la innovación en el uso de semillas certificadas, técnicas de nutrición de cultivo, riego, cadenas de valor, entre otros. Sin embargo, existen otros tipos de maíces cultivados en la Sierra que no han incrementado de manera significativa el rendimiento y cuya 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, producir con calidad mediante la intensificación sostenible de la producción y utilizar buenas prácticas agrícolas.

En el país existen instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo de tecnologías relacionadas con el maíz. Es importante crear espacios que permitan intercambiar experiencias y conocimientos entre las diversas instituciones y organismos nacionales e internacionales con el fin de proponer soluciones tecnológicas a los problemas que afectan la productividad de este importante cultivo.

El simposio se realizó del 27 al 29 de octubre de 2021 de manera virtual y fue organizado por la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Programa Coreano de Agricultura Internacional (KOPIA). Recibió el apoyo de la Red Latinoamericana del Maíz, que tiene el objetivo de integrar y apoyar a investigadores, profesores y técnicos de los sistemas nacionales de investigación, quienes realizan investigación y transfieren tecnologías para los diversos sistemas agrícolas en que se produce el maíz y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Además, el simposio contó con el auspicio del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y de Ecuaquímica. En el evento, participaron expositores de cinco centros nacionales e internacionales de investigación, dos universidades norteamericanas, nueve universidades nacionales y dos instituciones privadas.

I Simposio Ecuatoriano del Maíz

Agenda

Miércoles 27 de octubre de 2021

Hora	Nombre, afiliación	Título
9:00-9:05	Carolina Proaño, USFQ	Bienvenida, indicaciones
9:05-9:10	Diego Quiroga, Rector USFQ / Mario Caviedes, Coordinador País Tech-Maíz. USFQ	Inauguración /Presentación del evento
9:10-9:40	Félix San Vicente, CIMMYT	Evolución del Programa Global de Maíz del CIMMYT
9:40-10:10	Horacio Rodríguez, CIP	Aporte de los centros internacionales de investigación a los sistemas nacionales de extensión rural: experiencias del CGIAR en América Latina
10:10-10:30	Eddie Zambrano, INIAP	Avances en el desarrollo de híbridos y variedades de maíz (<i>Zea mays L.</i>) para el trópico seco del Litoral ecuatoriano
10:30-10:50	Juan León, ESPOCH	El riego en maíz de altura (<i>Zea mays L.</i>) para la Sierra ecuatoriana
10:50-11:10	Yamil Cartagena, INIAP	Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>) variedad INIAP 101, con diferentes niveles de fertilización
11:10-11:30	Antonio León, USFQ	Protección al estrés abiótico usando elicitores en maíz (<i>Zea mays L.</i>)
11:30-12:00	Christian Cruz, Universidad de Purdue	Uso de estrategias transdisciplinarias para el manejo de enfermedades en plantas
12:00-12:20	Marco Andrés Araujo, INIAP	Producción de semilla básica de maíz para la Sierra ecuatoriana
12:20-12:40	María Nieto, INIAP	Mecanización agrícola de pequeña escala para la producción de maíz (<i>Zea mays</i>) en la agricultura familiar campesina con mujeres de comunidades altoandinas
12:40-13:00	José Velásquez, INIAP	Maíz forrajero INIAP- 180 fuente excepcional para ensilado e importante alternativa alimenticia para ganado lechero
13:00-13:20	Iván Analuisa, UTM	Análisis bibliométrico de la cadena de valor de maíz amarillo duro, caso Ecuador

Jueves 28 de octubre de 2020

Hora	Nombre, afiliación	Título
9:00-9:10	Carolina Proaño, USFQ	Bienvenida, indicaciones
09:10-9:40	Santiago Mideros, Universidad de Illinois	Control de enfermedades del maíz en Illinois, EEUU
9:40-10:00	Christopher Suárez, Biológica S.A.	Reconocimiento de las principales afectaciones fitopatológicas del cultivo de maíz en la provincia de Orellana
10:00-10:20	Edwin Quispe, UTM	Efecto de fertilizantes orgánicos sobre la intensidad de enfermedades foliares en un cultivo de maíz
10:20-10:40	Alejandra Sánchez, USFQ	Evaluación del microbioma asociado a estrés de sequía en maíz y su relación con la respuesta fisiológica de la planta
10:40-11:00	Sandra Garcés, INIAP	Caracterización genética de poblaciones de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur
11:00-11:20	Xavier Chiriboga, ICIPE	El sistema de cultivo Push-Pull para <i>Spodoptera frugiperda</i> en Africa sus mecanismos de ecología química
11:20-11:40	Paola España, Syngenta	Evaluación de tiametoxam + clorantropilprole para el control de gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz
11:40-12:00	Fernando Sánchez, UTM	Selección masal estratificada en una población de maíz criollo de la provincia de Manabí, Ecuador
12:00-12:20	Mario Caviedes, USFQ	Evaluación agronómica de progenies de medios hermanos derivadas de una población de maíz negro (<i>Zea mays</i> L.) en la zona alto andina del Ecuador
12:20-12:40	Jorge Dobronski, UTA	Respuesta del maíz blanco harinoso tipo “Chazo” a las condiciones agroclimáticas de Cevallos, Tungurahua, Ecuador
12:40-13:00	Victoria López, INIAP	Uso de acolchado plástico en la producción de maíz suave (<i>Zea mays</i> L. var. <i>amylacea</i>)
13:00-13:20	Víctor Sánchez, INIAP	El efecto del uso de las tecnologías sobre el rendimiento del cultivo de maíz duro en el Ecuador

Viernes 29 de octubre de 2021

Hora	Nombre, afiliación	Título
9:00-9:10	Carolina Proaño, USFQ	Bienvenida, indicaciones
09:10-9:30	Carlos Sangoquiza, KOPIA	Efecto de la aplicación de bacterias promotores del crecimiento vegetal <i>Azospirillum</i> sp y <i>Pseudomonas fluorescens</i> sobre el cultivo de maíz de altura
9:30-09:50	José Ochoa, INIAP	Diversidad, resistencia y vulnerabilidad: el caso de la Mancha Norteña del Maíz en Ecuador
09:50-10:10	Randon Ortiz, UCE	Efecto del fertirriego en el cultivo de maíz harinoso (<i>Zea mays</i> L.) variedad Pepa
10:10-10:30	Galo Cedeño, ESPAM	Fertilización líquida localizada como estrategia de nutrición en maíz de secano
10:30-10:50	Rolando León, UTM	Efecto de la densidad de siembra y riego localizado por goteo en el comportamiento productivo del maíz
10:50-11:10	Yosbel Lazo, ESPOCH	Determinación de requerimientos hídricos del cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.) variedad INIAP, 102
11:10-11:30	Doris Chalampunte, UTN	Caracterización morfológica de maíz raza Canguil (<i>Zea mays</i> L. var. <i>everta</i>) procedente de la provincia de Imbabura
11:30-11:50	José Luis Zambrano, INIAP	Mejoramiento genético de maíz (<i>Zea mays</i> L.) Chulpi y Canguil en la Sierra del Ecuador
11:50-12:10	Elena Villacres, INIAP	Impacto de la extrusión en la textura, propiedades funcionales y composición química de dos variedades de maíz duro (<i>Zea mays</i> L. var. <i>indurata</i>)
12:10-12:30	Henry Aguirre, U. de Guayaquil	Fitotoxicidad del cadmio sobre la germinación y crecimiento de variedades de maíz ecuatorianas
12:30-12:50	Freddy Amores, UTEQ	El relieve del terreno cambia la absorción y eficiencia de uso del N afectando la productividad y rentabilidad del maíz (<i>Zea mays</i> L.) de secano con cero labranza
12:50-13:00	José Luis Zambrano, Coordinador Int. Tech-Maíz, INIAP	Cierre

Evolución del Programa Global de Maíz del CIMMYT

Felix San Vicente García*¹

¹ *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Texcoco, México*

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

Resumen

Esta presentación intenta revisar la historia del mejoramiento del maíz en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en las últimas cinco décadas, la cual comenzó agrupando las mejores variedades autóctonas y sintéticas; y mejorándolas como una amplia gama de poblaciones que no se basaban en ningún patrón heterótico claro. La evaluación en ensayos internacionales de estas poblaciones en los ambientes objetivo más adecuados permitió a los programas nacionales cooperantes observar una amplia gama de germoplasma mejorado, y condujo a que las poblaciones se adaptaran más ampliamente, aunque la tasa de avance genético fue lenta. Las variedades experimentales formadas a partir de fracciones de élite de cada población a menudo fueron reevaluadas, a veces reseleccionadas y liberadas por programas nacionales. La descentralización de los esfuerzos de reproducción a "puntos críticos" para enfermedades y plagas, y donde las poblaciones se adaptaron mejor, siguió rápidamente. 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. Esto permitió que algunas poblaciones progresaran más rápido y otras se retiraron. Se fortalecieron o establecieron redes regionales y mundiales para facilitar el mejoramiento genético y el intercambio de germoplasma más rápido. Trasladar el objetivo principal del programa de mejoramiento de maíz del CIMMYT y su personal a África en 2000 mejoró la eficiencia operacional y atrajo un considerable apoyo de los donantes. Hubo un aumento concomitante en el uso de los híbridos en lugar de las variedades de polinización abierta, lo que llevó a cambios importantes en las metodologías de mejoramiento y aumentó la colaboración con el sector privado de semillas. Sin embargo, no se escapaba a los efectos de la sequía y la baja fertilidad, las enfermedades, los insectos y *Striga* en la reducción de la productividad, y el mejoramiento para la tolerancia al estrés se convirtió rápidamente en el *modus operandi* en los programas regionales de África, Asia y América Latina. 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. 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: *Estrés, Mejoramiento genético, Resiliencia, Sistemas de semillas, Variedades mejoradas*

Aporte de los centros internacionales de investigación a los sistemas nacionales de extensión rural: experiencias del CGIAR en América Latina

Horacio Rodríguez Vázquez*¹

¹*Centro Internacional de la Papa (CIP), Quito, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: h.rodriguez@cgiar.org*

Resumen

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) es una alianza global de investigación que busca contribuir a la transformación sostenible de los sistemas agroalimentarios para garantizar la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático. Su labor se realiza a través de 15 centros de investigación en estrecha colaboración con cientos de socios, incluyendo institutos nacionales de investigación agropecuaria, organizaciones de la sociedad civil, academia, el sector privado y otros organismos internacionales. En América Latina se ubican las sedes globales de tres centros del CGIAR: el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú, y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, hoy conocido como la Alianza entre Bioversity International y CIAT o, simplemente, la Alianza. Desde su creación hace más de cinco décadas, estos organismos internacionales han contribuido de diferentes maneras a fortalecer los sistemas nacionales de extensión rural en la región. El enfoque del CGIAR y sus contribuciones al extensionismo latinoamericano ha mostrado una evolución, pasando de una lógica tradicional, lineal y/o vertical de generación, validación y transferencia tecnológica, hacia una visión de la extensión rural como parte integral de los sistemas de innovación agroalimentaria. La visión actual de los *hubs* de innovación del CIMMYT en México, los co-laboratorios del CIP en los países de la región andina, o los territorios sostenibles adaptados al clima (TeSAC) de la Alianza en Centroamérica, por citar algunos ejemplos, conciben a la extensión rural como un proceso dinámico, multiactor, multisectorial y multidimensional, que facilita el acceso a la innovación tecnológica y a la educación no formal de los agricultores con un enfoque de inclusión social, promoviendo el desarrollo de capacidades para la transformación productiva, la democratización de la productividad agrícola, el diálogo de saberes y la construcción conjunta de conocimientos. Este esquema concibe a los productores como el principal detonante del cambio y de la vinculación con los demás actores involucrados en el sistema de innovación agrícola, y al extensionista como gestor de innovaciones.

Palabras clave: *América Latina, CGIAR, Extensionismo, Extensión rural, Innovación agroalimentaria, Sistemas de innovación*

Avances en el desarrollo de híbridos y variedades de maíz (*Zea mays* L.) para el trópico seco del Litoral ecuatoriano

Eddie Ely Zambrano Zambrano^{1*}

¹INIAP, Programa de Maíz, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador

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

Resumen

La producción del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el Ecuador se ubica en las zonas bajas o costeras (menos de 1200 m s.n.m.), es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, por ser la principal fuente de materia prima para la elaboración de alimentos balanceados destinado a la industria avícola. Aunque en el país la producción de este rubro se ha incrementado en los últimos años, con superficies cosechadas de 278 021 ha, producción de 1 199 133 toneladas (año 2020), aún persisten factores que limitan la productividad de este cultivo como las condiciones irregulares de precipitación en la época lluviosa, suelos desgastados por la intensificación agrícola, escasa tecnificación por parte de los productores, materiales genéticos que no se adaptan a los agroecosistemas de producción y el exagerado costos de la semilla de calidad.

La creciente demanda de germoplasma accesible, de alto rendimiento y amplia adaptabilidad por parte de los productores maiceros (grandes y medianos), así como los de la agricultura familiar campesina, es la razón por la que el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, ha continuado trabajando en la obtención y desarrollo de líneas endogámicas (93,75% homocigosis), formación de híbridos simples y triples de alto rendimiento, formación de variedades sintéticas, evaluación y selección de materiales promisorios a través de la medición del efectos de las interacciones genotipo por ambiente y estabilidad, validación comercial de la tecnología, incremento de los parentales y en la producción de semilla.

Entre los materiales liberados por el INIAP para la producción de maíz en el Litoral ecuatoriano, están el híbrido simple INIAP H-603 desarrollado para expresar su potencial de rendimiento bajo condiciones de riego, lluvia o humedad remanente, y la variedad sintética de libre polinización de maíz blanco INIAP-543 QPM para la producción de choclo; materiales genéticos que muestran estabilidad en sus características agronómicas, expresando buen potencial de rendimiento en condiciones ambientales locales, constituyéndose así en alternativas de producción de alta tecnología y de bajo costo en beneficio el productor maicero ecuatoriano.

Palabras claves: *Adaptabilidad, Estabilidad, Híbridos, Variedad sintética*

El riego en maíz de altura (*Zea mays* L.) para la Sierra ecuatoriana

Juan Eduardo León Ruiz¹, Juan Eduardo León Teran¹, Juan Sebastian Silva Orozco¹

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Centro Experimental del Riego, Riobamba, Ecuador

*Autor para correspondencia, e-mail: jleon@esPOCH.edu.ec

Resumen

Se debe tener claro que el riego agrícola no debe ser considerado como solo el hecho de aplicar agua en los cultivos, sino que refiere a un conjunto de indicadores para saber el método de riego óptimo, la cantidad de agua a utilizar y el momento idóneo en el que se deben ejecutar las acciones; por ello, es importante determinar el tipo de maíz y la ubicación geográfica. Otra problemática es el desperdicio del agua, por lo que bajo condiciones más secas y calientes proyectadas por el cambio climático, la agricultura tendrá el reto de incrementar o mantener la producción con menos agua.

Desde hace tiempo, el llegar a conocer los consumos de agua por parte de los cultivos, y muy especialmente los requerimientos hídricos netos y brutos de riego, es una preocupación de los productores. Los consumos de agua de un cultivo, o las necesidades hídricas, se corresponden con su evapotranspiración (Etc) en un determinado ambiente y bajo un manejo concreto del mismo. En este ensayo se compararon tres métodos de riego: gravedad, aspersión y goteo, en el Centro Experimental del Riego, ubicado en la Estación Experimental Tunshi en la provincia de Chimborazo. Como resultados se obtuvo que la lámina total de agua aplicada (l/m^2) en el ciclo de cultivo maíz de siembra a cosecha con los diferentes métodos de riego fueron: en el riego por gravedad se aplicó $1015 l/m^2$, ya que se utilizó el riego por surcos con una eficiencia de aplicación del 46%; con el riego por aspersión, se utilizó $533 l/m^2$ con una eficiencia de 84% y con el riego por goteo se aplicó una lámina de $327 l/m^2$ con una eficiencia de aplicación del 93%. El promedio de rendimiento de maíz con riego por gravedad fue de $3,2 t ha^{-1}$; para riego por aspersión fue de $5,1 t ha^{-1}$, mientras que para riego por goteo se obtuvo un rendimiento de $6,4 t ha^{-1}$. Al calcular la huella hídrica por kilogramo de maíz producido, se utilizaron 3133 litros en el riego por gravedad; con el tratamiento de riego por aspersión se emplearon 1031 litros y finalmente, para el tratamiento de riego por goteo se utilizaron 509 litros. El ahorro de agua cuando se comparó el riego por gravedad con el riego por aspersión determinó un ahorro de agua de riego de $482 l m^{-2}$. Comparando el riego por gravedad con el riego por goteo existió un ahorro de agua de $688 l m^{-2}$, demostrando que el riego por goteo es el más eficiente.

Palabras clave: Huella hídrica, Irrigación, Métodos de riego, Requerimiento hídrico

Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad INIAP 101, con diferentes niveles de fertilización

Yamil Cartagena^{1*}, José L. Zambrano¹, Rafael Parra¹, Mónica Angamarca¹, Javier Manguashca¹, José Rivadeneira¹, Daniel Velásquez², Amparo Condor³, Juan León⁴, Randon Ortíz⁵

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

²*Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Ibarra, Ecuador*

³*Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito, Ecuador*

⁴*Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador*

⁵*Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador*

*Autor para correspondencia, e-mail: yamil.cartagena@iniap.gob.ec

Resumen

El cultivo de maíz es de los más importantes en la Sierra del Ecuador, debido a la gran superficie destinada a su producción y al papel que cumple como componente básico en la dieta de la población. La distribución y formas de consumo están bien identificadas; así en las tierras bajas se siembra maíz amarillo cristalino, destinado a la industria de balanceados, especialmente avícola; mientras que, en las zonas altas se produce y se consume exclusivamente granos de textura harinosa y suave destinado para consumo humano. El requerimiento de agua del cultivo del maíz es de 500 a 700 mm, que deben estar bien distribuidos de acuerdo con sus fases fenológicas, siendo las fases de floración y llenado de grano las más críticas. Las precipitaciones están limitadas por la intensidad, duración y distribución; debido a estas variaciones se producen cambios y estímulos fisiológicos que modifican las apariencias de las plantas, siendo necesario aplicar el riego, para suplir estas necesidades. También existen limitaciones en la fertilidad del suelo que deben ser cubiertas con la aplicación de fertilizantes y abonos para incrementar los rendimientos del cultivo. En este contexto, el INIAP está ejecutando el proyecto RLA/5/077 "Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la agricultura" (ARCAL CLVIII), mismo que contempla como objetivo de investigación la evaluación del efecto del riego y la fertilización química en el cultivo de maíz. El experimento se sembró en octubre del 2020, en la Estación Experimental Santa Catalina, ubicada a 0° 22' 13" latitud sur, 78° 33' 18" longitud oeste, 3058 m.s.n.m., 1400 mm precipitación anual, 12 °C temperatura media anual y 79% humedad relativa promedio. Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida en bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. En la parcela grande se ubicó el factor riego (con y sin riego) y en la sub parcela se aplicó el factor fertilización química (100%, 50% y 0% de la recomendación de fertilización química). El 100% de la fertilización química,

fue de 76 kg ha^{-1} de N, 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 20 kg ha^{-1} de K_2O y 22 kg ha^{-1} de S, las fuentes de fertilizantes fueron: Urea (46% de N), Superfosfato triple (46% de P_2O_5), Cloruro de potasio (60% de K_2O) y Azufre de mina (21% de S). El material biológico utilizado fue semilla de maíz de la variedad INIAP 101, sembrado a una distancia entre surcos de 0,8 m y entre plantas de 0,5 m, obteniéndose con una densidad de 50000 plantas ha^{-1} . Entre los resultados más importantes se puede mencionar que al realizar balance hídrico se tuvo la precipitación efectiva de 1525 mm, evapotranspiración del cultivo de 420 mm, debiéndose aplicar riego de 209 mm para cubrir la demanda hídrica del cultivo. El mejor rendimiento se encontró en el tratamiento con riego y 100% de la recomendación de fertilización química con $4,32 \text{ t ha}^{-1}$, en tanto que con el tratamiento sin riego y 0% de la recomendación de fertilización química obtuvo $2,02 \text{ t ha}^{-1}$, notándose un incremento del 46% en el rendimiento. Se concluyó que el cultivo de maíz variedad INIAP 101, tuvo una alta respuesta a la aplicación del riego y la fertilización química.

Palabras clave: *INIAP-101, Fertilización, Rendimiento, Riego*

Protección al estrés abiótico usando elicitores en maíz (*Zea mays* L.)

Antonio Leon-Reyes¹

¹ *Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador*

*Autor para Correspondencia, e-mail: aleon@usfq.edu.ec

Resumen

Como resultado del proceso evolutivo, las plantas han desarrollado un sistema sofisticado para defenderse frente a un medio ambiente hostil. Esta defensa vegetal involucra percibir las señales del medio ambiente, y traducir esa señal para adaptarla a una respuesta adecuada de defensa. La inmunidad vegetal está regulada *principalmente* por la acumulación de tres fitohormonas: el ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y el etileno. Dichas hormonas están encargadas de controlar la expresión de los genes de defensa y la coordinada operación de los mismos. Por otro lado, existen moléculas sintéticas o naturales que inducen la respuesta hormonal de defensa y a su vez protección frente a estrés biótico y abiótico. En el presente estudio y usando maíz criollo, se probó que la activación de defensas, medidas en la acumulación de antocianinas, fue más evidente en el tratamiento con deficiencia de fósforo, que la aplicación de la hormona metil-jasmonato (MeJA) a 0,1 mM. Además, se probó que el pre-tratamiento de 1 mM de SA a plántulas de maíz criollo, indujo resistencia a sequía y protección a heladas, posiblemente por el cierre anticipado del estoma. El uso de elicitores en el cultivo de maíz es muy prometedor, pero debe ser evaluado a nivel de campo y en sistemas productivos de mayor escala.

Palabras claves: *Elicitores, Fitohormonas, Maíz criollo, Metil-jasmonato*

Uso de estrategias transdisciplinarias para el manejo de enfermedades en plantas

Christian D. Cruz^{1*}

¹*Purdue University, Department of Botany & Plant Pathology, West Lafayette, IN, USA*

**Autor para correspondencia, e-mail: cd-cruz@purdue.edu*

Resumen

Las epidemias de enfermedades en plantas ocurren debido a la combinación adecuada de varios elementos del agroecosistema. En términos generales, la presencia de un patógeno virulento (agente causante), un huésped susceptible y condiciones ambientales favorables son necesarias para que ocurran epidemias y la vigilancia epidemiológica durante la época de desarrollo del cultivo es fundamental para comprender y manejar enfermedades. Muchos patógenos y enfermedades de plantas han aumentado su distribución e intensidad geográfica alrededor del mundo. La investigación basada en la vigilancia epidemiológica puede servir como base para desarrollar estrategias de gestión inmediatas y a largo plazo contra enfermedades emergentes y reemergentes. Sin embargo, existen dos limitaciones importantes en el conocimiento y enfoque actual. Primero, el desarrollo espacial y temporal y los patrones de signos y síntomas de muchas enfermedades de interés aún no se comprenden bien, y tal falta de comprensión ha exacerbado los problemas y ha desafiado significativamente su manejo a nivel de campo. Segundo, hay una falta de plataformas para el fenotipado masivo de enfermedades de plantas a nivel poblacional, y la recopilación de datos se ha basado principalmente en la percepción visual humana para cuantificar y caracterizar los parámetros asociados a epidemias. Por lo tanto, se necesitan métodos nuevos y automatizados con alta especificidad y precisión para mejorar la cuantificación de dichas enfermedades más allá de los procesos de estimación visual. En la Universidad de Purdue está utilizando la mancha de asfalto del maíz y la piriularia de trigo como sistemas modelo para generar un marco epidemiológico para el manejo adecuado de enfermedades utilizando métodos tradicionales y agricultura de precisión. El objetivo de esta presentación es compartir los resultados de experimentos realizados dentro y fuera de los Estados Unidos durante la última década.

Palabras claves: *Agricultura de precisión, Epidemiología, Maíz, Mancha de asfalto, modelamiento*

Producción de Semilla Básica de maíz para la Sierra ecuatoriana

Marco Andrés Araujo Jaramillo^{1*}, José Sergio Velásquez Carrera¹

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Mejía, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: marco.araujo@iniap.gob.ec*

Resumen

La producción de maíz en el Ecuador está marcada por la gran diferencia que existe en los dos tipos de maíces más utilizados: maíz duro cristalino y maíz suave amiláceo. El maíz duro cristalino es utilizado principalmente en los procesos agroindustriales para la producción avícola y de alimentos balanceados; razón por la cual, es evidente su expansión tanto en superficie cultivada como en producción y rendimiento. Estos materiales que en su mayoría son híbridos, son producidos en la Costa y Oriente ecuatoriano, zonas que presentan un clima más propicio para el óptimo desarrollo y establecimiento del cultivo.

Por el contrario, el maíz suave amiláceo destinado principalmente al consumo en fresco como choclo y seco como tostado y mote, tiende a bajar en superficie, producción y rendimiento, debido a que las áreas más apropiadas para su producción, están siendo ocupadas por la expansión de las grandes ciudades, desplazando al área agrícola hacia las zonas altas, donde las condiciones climáticas son más severas. Además, esta reducción de los sitios de siembra que son manejados por pequeños productores, ha incrementado los minifundios y por la característica de los maíces amiláceos de polinización libre se dificulta mantener la pureza genética y biodiversidad.

Según el ESPAC 2020, para ese año, se sembró una superficie de 927 537 ha de cultivos transitorios, de los cuales el 46% fue sembrado con maíz, con una superficie de 430 606 ha. De esta superficie, el 85% corresponde a la superficie sembrada de maíz duro en seco y en choclo con 364 674 ha; y apenas el 15% fue destinado para la superficie sembrada de maíz suave en choclo y seco con 65 932 ha. Para poder cubrir esta superficie sembrada en la Sierra ecuatoriana, se requiere aproximadamente 2'307 620 kg de semilla, que si bien es cierto esta cifra es ofertada en el mercado y llegaría a cubrir la superficie antes mencionada, los pequeños productores prefieren seleccionar su propia semilla, antes que utilizar la mejorada, lo que repercute en una baja homogeneidad, en su calidad y la dificultad de mantener variedades uniformes, tanto para semillas mejoradas como locales.

Con la responsabilidad de garantizar parámetros óptimos de calidad, el INIAP, todos los años aporta en el mercado maicero de la Sierra semilla básica de diferentes variedades, en las que destacan: tres variedades amiláceas (dos blancas: I-101 e I-103 y una amarilla; I-122), así como también, una variedad cristalina dura o forrajera; I-180. Las cuales, mediante la investigación, el desarrollo de nuevas tecnologías, el manejo racional y eficiente de agroquímicos y la mejora

de los procesos productivos, llegan a conservar su pureza, calidad y características deseables para su correcto establecimiento dentro del cultivo. Este aporte entre la empresa pública y privada llega a cubrir aproximadamente el 10% (6 200 ha) de la superficie sembrada con semilla certificada y seleccionada.

Palabras claves: *Maíz amiláceo, Semilla, Semilla Básica, Producción*

Mecanización agrícola de pequeña escala para la producción de maíz (*Zea mays* L.) en la agricultura familiar campesina con mujeres de comunidades altoandinas

María Nieto Beltrán^{1,3*}, Victoria López^{2,3}

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Unidad de Desarrollo Tecnológico de Imbabura. Ibarra, Ecuador*

² *INIAP. Unidad de Desarrollo Tecnológico de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador*

³ *Korea Program on International Agriculture (KOPIA), Cutuglagua, Ecuador*

* *Autor para correspondencia, e-mail: maria.nieto@iniap.gob.ec*

Resumen

Las estimaciones de la FAO muestran que las mujeres representan una proporción sustancial de la fuerza de trabajo agrícola, como productoras de alimentos o trabajadoras agrícolas, y que aproximadamente dos tercios de la fuerza de trabajo femenina de los países en desarrollo participa en el trabajo agrícola.

El rol de la mujer es muy importante en los procesos productivos, sobre todo en la agricultura familiar campesina de las comunidades ubicadas en la Sierra del Ecuador. En las provincias de Imbabura y Cotopaxi las actividades relacionadas a la producción de maíz son realizadas en un 80% por mujeres cuya edad está entre los 55 a 65 años y con un relevo generacional cada vez menor, lo que nos exige a buscar alternativas que faciliten y optimicen el trabajo a las mujeres y a la vez motive a la juventud a ser partícipes de una agricultura con tecnologías innovadoras y accesibles.

En la producción de maíz las actividades de la mujer estuvieron tradicionalmente enfocadas en la selección de semilla, siembra y cosecha; sin embargo, la migración de varones hacia actividades que generen ingresos para el sustento familiar hicieron que disminuya la mano de obra en el campo, forzando a las mujeres a realizar otras actividades como la preparación de suelo y labores culturales.

La mecanización agrícola es un factor de producción que contribuye significativamente en la reducción de la fatiga y carga de trabajo. La falta de mano de obra o recursos para contratar este servicio comprometen la productividad. La búsqueda de equipos que se adapten a las mujeres considerando los puntos de vista sociales, ergonómico y económico pueden solventar estos procesos. El acceso a la mecanización agrícola de las mujeres de dos asociaciones de las provincias de Imbabura y Cotopaxi, han facilitado las labores culturales de preparación de suelo, control de malezas y aporque, permitiendo realizar eficaz y oportunamente estas actividades en la producción de maíz. En este sentido, la apropiación de tecnología de La Asociación Awkarik Tarpuy del cantón Cotacachi y la Asociación de Mujeres emprendedoras

de Locoá Santa Marianita del cantón Latacunga fue factible debido a la necesidad de mano de obra y la disponibilidad de un motocultor (potencia, cilindraje) que fue adaptado a su sistema de producción facilitando y agilizando las labores culturales. El uso de motocultores ha permitido disminuir la intensidad del trabajo de las mujeres, ahorro de dinero en cuanto a contratación de mano de obra ya que se ha cuantificado la reducción jornales de hasta un 70% para la producción de maíz.

Palabras claves: *Género, Maquinaria agrícola, Motocultor, Producción de maíz, Productividad*

Maíz forrajero INIAP- 180, fuente excepcional para ensilado e importante alternativa alimenticia para ganado lechero

José Sergio Velásquez Carrera^{1*}; Marco Andrés Araujo¹

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito-Ecuador*

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

Resumen

Conseguir más productos ganaderos por hectárea constituye un importante objetivo, que es preciso alcanzar con costos de producción bajos. Para ello es fundamental disponer, a lo largo de todo el año, de una alimentación en cantidad y calidad. Parte de los forrajes obtenidos en las épocas de abundancia deben ser conservados, para que el ganado lo consuma en los momentos de baja productividad de las praderas, específicamente cuando el desarrollo de las plantas es muy escaso, como consecuencia de la sequía o excesos climatológicos, que para nuestra serranía son los meses de julio, agosto y septiembre. Pero esto debe ir acompañado con un manejo adecuado y planificado, porque, reducir los costos de producción es una tarea que todo productor ganadero debe realizar en su negocio, destacando y utilizando la tecnología disponible. Resalta como principal procedimiento para la conservación de forrajes, el ensilaje de maíz, porque permite obtener mayor cantidad y calidad de alimento por hectárea, reduce muchas de las mermas por lluvia y otras pérdidas que se producen en la preparación de otras formas de conservación. El ensilaje por fermentación es un proceso natural que busca conseguir dentro de la masa ensilada una concentración suficiente de alimento fermentado, producido como resultado de la presencia de microorganismos en el maíz picado. El ensilado de maíz forrajero INIAP-180, hace posible el aprovechamiento de muchas especies forrajeras y es el procedimiento ideal para conservar forrajes que se obtienen en muy poco tiempo, dejando libre el terreno para otro cultivo. Pero es necesario considerar algunos aspectos para el éxito de un ensilado, donde destaca: el momento óptimo de madurez para la cosecha; el contenido de humedad del forraje que debe estar entre 65 y 70%, punto en el que existe un óptimo contenido de carbohidratos sin pérdidas por lixiviados; y el tamaño de la partícula que oscila entre 2 y 3 cm. El comprimir el material cosechado es la clave del éxito, pues en otro caso quedaría aire entre la masa y se producirían enmohecimientos. Para ensilar, el uso de inoculantes bacterianos como bacterias del ácido láctico, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, no sólo tienen efecto sobre el proceso de fermentación, sino que también, incrementan la producción animal. El sellado, tiene que darse inmediatamente después de que el silo haya sido llenado herméticamente. En conclusión, se puede decir que las causas que contribuyen a las pérdidas del ensilado, dependen de una serie de factores inherentes al forraje utilizado, la flora microbiana participante, el clima y la tecnología aplicada en la elaboración y utilización del ensilaje.

Palabras claves: *Costos de producción, Forraje, Ensilado, Semilla*

Análisis bibliométrico de la cadena de valor de maíz amarillo duro, caso Ecuador

Iván Analuisa-Aroca^{1,2}

¹ *Universidad de Córdoba, Departamento de Agricultura. Córdoba-España*

² *Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Economía. Manabí-Ecuador*

**Autor para Correspondencia, e-mail: analuisaivan1975@gmail.com*

Resumen

A partir del análisis de indicadores bibliométrico de las publicaciones en *Web of Science* (WoS) aplicados a la investigación de cadenas de valor agrícolas, es posible observar las tendencias desde una perspectiva general mediante el análisis de los artículos que consideran aspectos de una determinada temática. La importancia del documento radica en que hasta el momento no se han realizado estudios bibliométricos que analicen aspectos relacionados con las cadenas de valor agrícola del maíz amarillo duro en Ecuador. La investigación plantea analizar la disponibilidad de literatura publicada en revistas de impacto, y los indicadores bibliométricos sobre las cadenas de valor agrícola. Utilizando la base de datos de WoS, considerando las palabras relacionadas con “cadenas de valor agrícolas”, se analizó la documentación existente entre 2010 a 2020, seleccionando artículos de revistas relacionados con la temática. Posteriormente con la técnica de agrupación de clústeres y el reconocimiento de patrones sensibles, los parámetros de entrada para la validación del algoritmo de agrupamiento en Vosviewer se procedió a realizar las agrupaciones destacadas por autores, organizaciones, palabras claves, países a nivel mundial y Latinoamérica. Considerando la selección de la temática se obtuvo un total de 4208 documentos, de estos 1669 pertenecen a artículos de revistas. Los resultados arrojan un predominio en el tema de la Universidad de Wageningen con 55 publicaciones, seguido por la Academia China Science con 26 publicaciones. Los autores con mayor aporte Klerkx L (9), Hellin J (7) coinciden con las organizaciones predominantes. Las palabras clave más comunes son “agriculture”, “food”, “growth”, “integration”, siendo los países de República Popular China, Alemania, Italia, Francia y Estados Unidos con superioridad numérica en los aportes científicos. En Latinoamérica, es México seguido de Brasil quienes aportan al indicador. Ecuador desde el 2018 empezó con aportaciones en número de 4. Es necesario conocer el contexto de la temática para interpretar las visualizaciones, las codificaciones y el número de resultados del tema. Una característica importante en las redes bibliométricas es la evaluación de citas aplicando un análisis de las organizaciones o universidades más influyentes y citadas. El análisis revela el nivel de afinidad de las 20 organizaciones más citadas del dominio en función del número de registros.

Palabras clave: *Agricultura, Bibliometría, Cadenas de valor, Vosviewer, WoS*

Control de enfermedades del maíz en Illinois, EE. UU.

Santiago Mideros-Mora^{1*}

Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, Departamento de Ciencias de Cultivos, Illinois, EEUU

**Autor para correspondencia, e-mail: smideros@illinois.edu*

Resumen

El estado de Illinois es uno de los más grandes productores de maíz en los EEUU. En esta presentación se resume varias de las enfermedades más importantes de maíz en Illinois y cómo se las controla. Además, se presenta una breve introducción a algunas áreas de investigación de patología en maíz. Es importante definir una estrategia efectiva de control de enfermedades de maíz considerando cuatro aspectos: i) diagnóstico correcto, ii) conocer la dinámica del desarrollo de la enfermedad, iii) identificar los factores que pueden ser manipulados y iv) decisiones de manejo. Las enfermedades del maíz pueden ser divididas por su presentación en la plántula, hojas, tallo y mazorcas. Las enfermedades de plántula son causadas por varias especies de *Pythium* y *Fusarium*. Estas enfermedades reducen la densidad del cultivo y el rendimiento. La principal forma de control ha sido la adopción casi universal de tratamientos de semilla. Entre las enfermedades foliares se encuentran el tizón del norte causado por *Setosphaeria turcica*, y la mancha de asfalto causada por *Phyllachora maydis*. Estas dos enfermedades son controladas usando una combinación de resistencia y la aplicación de fungicidas. Los modelos de desarrollo de la enfermedad son útiles para la aplicación de fungicidas en el momento más oportuno. Dentro de las pudriciones del tallo se encuentra una enfermedad poco común en Illinois: la pudrición bacteriana causada por *Erwinia chrysanthemi* pv *zoeae*. Esta enfermedad es manejada con prácticas culturales como la destrucción de residuos y manejo del terreno para evitar acumulaciones de agua. En relación a las pudriciones de mazorca, son causadas por mohos como *Aspergillus flavus* y *Fusarium graminearum*. Para estas enfermedades la única solución práctica es plantar variedades resistentes. Es importante mencionar que los altos rendimientos alcanzados por productores en el estado de Illinois son producto de una continua investigación pública y privada. Continuamos aplicando las últimas tecnologías de investigación para mejorar el manejo de enfermedades de maíz. Por ejemplo, mediante técnicas genéticas y de secuenciación se identifican los genes usados por *Setosphaeria turcica* para infectar maíz o sorgo. Además desarrollamos trabajos de investigación para identificar las fuentes de resistencia contra la pudrición de la mazorca.

Palabras clave: *Control de enfermedades, Fitopatología, Patología de maíz*

Reconocimiento de las principales afectaciones fitopatológicas del cultivo de maíz en la provincia de Orellana

Christopher W. Suárez^{1*}, Vicky Verónica Arguello², Alex Gabriel Delgado¹ y Jimmy Trinidad Pico³

¹ *Biologica S.A. Departamento de Fitopatología, Los Ríos Ecuador*

² *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca, Ecuador*

³ *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Central Amazónica, Joya de los Sachas, Ecuador*

*Autor para Correspondencia, e-mail: chriss01@hotmail.es

Resumen

El cultivo de maíz en la provincia de Orellana es afectado por un sinnúmero de enfermedades en sus diferentes estados fenológicos. El ataque de estas enfermedades se las podría relacionar con los bajos rendimientos que se obtienen al momento de la cosecha. El objetivo del estudio fue realizar una prospección de las patologías que afectan al cultivo en los distintos sectores de la provincia donde se siembra esta gramínea. Para la identificación de cada una de las afectaciones se realizaron tomas de muestras e identificación *in situ*, para la identificación de hongos, bacterias y nematodos se realizó un muestreo donde se colectó tejido sintomático como: hojas con lesiones foliares, pudrición de tallo y plantas cloróticas. Para la identificación de posibles ataques virales o de fitoplasmas se procedió a realizar un archivo fotográfico de las hojas que denoten mosaicos, moteados, estriados cloróticos-necróticos, enanismos, pigmentación rojiza de las hojas. Para los aislamientos de hongos y bacterias se desinfecto el tejido sintomático seleccionado y se procedió a sembrar en medio Papa Dextrosa Agar y Agar Nutritivo. Para nematodos se usó el método de incubación y licuado-tamizado. La identificación de los hongos y nematodos presentes se la realizó mediante el uso de claves dicotómicas, para bacterias se utilizó pruebas bioquímicas, y para la identificación de síntomas virales se utilizó referencias bibliográficas generadas en el país y en el exterior sobre identificación de estas patologías. Como resultado se logró identificar patógenos como hongos de género *Exserohilum* sp, *Colletotrichum* sp, *Curvularia* sp, *Diplodia* sp, y hongos que causan el complejo denominado Mancha de asfalto, nematodos en suelo y raíces como *Helicotylenchus* sp., *Pratylenchus*, *Meloidogyne* sp., y bacterias Gram (-) y oxidasa (-) con características a *Erwinia* sp., y afectaciones virales similares a la necrosis letal del maíz y otras ocasionadas por MSV, MCMV, SCMV y afectaciones fitoplasmáticas como *Spiroplasma kunkellii*.

Palabras clave: *Amazonía, Identificación, Patógenos, Rendimiento*

Efecto de fertilizantes orgánicos sobre la intensidad de enfermedades foliares en un cultivo de maíz

Edwin Quispe-Quispe^{1*}, Antonio Torres-García^{1,2}, Freddy Zambrano-Gavilanes^{1,2}, Felipe R. Garcés-Fiallos^{1,2*}

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, Campus Experimental La Teodomira, Km 13, Santa Ana, Manabí.

² Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Autor para correspondencia, e-mail: felipe.garces@utm.edu.ec
equispe3194@utm.edu.ec

Resumen

Aunque existe información relacionada al manejo nutricional en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Ecuador, poco se conoce acerca del efecto de fertilizantes (especialmente orgánicos) sobre las enfermedades de órganos aéreos en esta gramínea. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica en la incidencia y severidad de manchas foliares en el híbrido de maíz INIAP H-603, en condiciones de campo en la parroquia Lodana, Santa Ana, Ecuador. Las plantas se fertilizaron durante la siembra con higuierilla (160,2 y 1440,9 g ha⁻¹), torta de piñón (227,3 y 2,0 g ha⁻¹) y Vermicompost (160,2 y 1440,9 g ha⁻¹), y a los 35 días después de la siembra (DDS) nuevamente con higuierilla (0,0 y 1440,9 g ha⁻¹), torta de piñón (0,0 y 2,0 g ha⁻¹) y Vermicompost (0,0 y 1440,9 g ha⁻¹). Se usaron también un testigo absoluto (sin fertilizante) y otro relativo (aplicaciones de 173,8 g ha⁻¹ de Urea durante la siembra y a los 35 DDS). Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar, con ocho tratamientos y cinco bloques. Se evaluó la incidencia (%) y la severidad (%) de las manchas foliares de Curvularia (*Curvularia* spp), Diplodia (*Diplodia* sp) y quemazón foliar común (*Exserohilum turcicum*), a los 84 DDS. Se realizó un análisis de variancia y los promedios obtenidos fueron comparados por la prueba de agrupamientos de Scott-Knott ($P \leq 0,01$). Los fertilizantes afectaron de forma diferenciada cada una de las enfermedades evaluadas, excepto la incidencia de las manchas de Curvularia y de quemazón foliar. Aunque las manchas foliares fueron mayores en las plantas del control absoluto en comparación a las fertilizadas, la incidencia de Curvularia fue semejante en las plantas fertilizadas dos veces con 1440,9 g ha⁻¹ de Higuierilla con las que no fueron fertilizadas. Finalmente, independientemente de la dosis aplicada, la incidencia y la severidad de Curvularia y la severidad de la quemazón foliar fue menor en plantas fertilizadas con higuierilla, en comparación al resto.

Palabras claves: Fertilizantes orgánicos, *Helminthosporium*, Mancha de Curvularia, Mancha de Diplodia, Quemazón foliar

Evaluación del microbioma asociado a estrés de sequía en maíz y su relación con la respuesta fisiológica de la planta

Alejandra Sánchez¹, Ángel Lozada², Héctor Calle², Darío Ramirez¹, Antonio León-Reyes¹

¹*Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Universidad San Francisco de Quito. Ecuador*

²*Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador*

*Autor para correspondencia, e-mail: msanchezg@estud.usfq.edu.ec
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. Por tal motivo, comprender los cambios en el microbioma que se dan bajo el estrés de sequía, permitirá identificar microorganismos o genes específicos que pueden ser usados para aumentar la capacidad de tolerancia de la planta. El cultivo de maíz suave tiene importancia comercial y es un cultivo amenazado por cultivarse en lugares sin riego constante y a expensas de las lluvias. Gracias a las características climáticas de la parroquia de Malchinguí, en el cantón Pedro Moncayo (Provincia de Pichincha-Ecuador), se han seleccionado naturalmente dos variedades que muestran tolerancia a la sequía. Este estudio busca identificar cambios específicos en el microbioma de la raíz en estas dos variedades tolerantes. Adicionalmente, se incluyó a la variedad INIAP 122 desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) que muestra sensibilidad a la sequía. Las tres variedades de maíz fueron sometidas a estrés por sequía durante 19 días, cultivadas en suelo agrícola de Malchinguí. Durante estos días se realizaron siete tomas de datos: al día 0, 2, 5, 7, 9, 14, y 19. Se evaluaron los siguientes parámetros fisiológicos: humedad del suelo, fluorescencia, conductancia estomática, cantidad de clorofila, potencial hídrico y concentración de prolina. Los resultados de la medición de los parámetros fisiológicos demostraron que las tres variedades de maíz se estresan pasado el día 9 de sequía, con valores de conductancia estomática inferiores a 120 mmoles/m²s. Luego de analizar los datos de la fisiología de las plantas se escogieron los tres tiempos de muestreo para el análisis de microbioma. Identificar microorganismos específicos que resulten ser claves en la red de interacciones microbio-planta,

dentro de la respuesta al estrés de sequía, puede permitir el desarrollo de productos más amigables con el ambiente y el reemplazo de agroquímicos.

Palabras clave: *Cambio climático, Fisiología, Microbio-planta, Estrés hídrico*

Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur

Rodney N. Nagoshi^{1*}, Ernesto Cañarte², Bernardo Navarrete², Jimmy Pico², Catalina Bravo²,
Myriam Arias de López³, Sandra Garcés-Carrera^{2*}

¹ Centro de Entomología Médica, Agrícola y Veterinaria, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Investigación Agrícola, Gainesville, Florida, USA

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Cutuglagua, Ecuador

³ Consultora, Guayaquil, Ecuador

*Autor para correspondencia, e-mail: rodney.nagoshi@usda.gov; sandra.garces@iniap.gob.ec

Resumen

Spodoptera frugiperda (J. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) es una plaga nativa del hemisferio occidental que se ha convertido en un problema global, invadiendo África, Asia y Australia. Tiene una amplia gama de hospederos, capacidad de migración a larga distancia y propensión a la generación de resistencia a los pesticidas convirtiéndola en una amenaza invasora y difícil para controlar. Las migraciones anuales de *S. frugiperda* en América del Norte son de miles de kilómetros, los patrones de migración en América del Sur se entienden menos. Se ha caracterizado genéticamente poblaciones de *S. frugiperda* en Ecuador, que no ha sido estudiada extensamente. La identificación de la especie fue determinada inicialmente por morfología y confirmada con marcador genético del gene mitocondrial Citocromo Oxidasa Subunidad I (COI) y marcador de genes sex-linked Triose Phosphate Isomerase (Tpi) para la identificación del biotipo maíz y biotipo arroz, en 61 muestras de maíz suave, 242 de maíz duro o amarillo y 128 de arroz. La cuantificación de la variabilidad genética se realizó mediante cálculos de diversidad de haplotipos (Hd) y diversidad de nucleótidos (Pi), que es una medida del número promedio de diferencias de nucleótidos entre secuencias elegidas al azar de una población. Estos estudios confirman y amplían los hallazgos anteriores que indican similitudes en las poblaciones de *S. frugiperda* en Ecuador, Trinidad-Tobago, Perú y Bolivia que sugieren importantes interacciones migratorias. Encontramos que las poblaciones en todo Ecuador son genéticamente homogéneas, lo que indica que la cordillera de los Andes no es una barrera a largo plazo para la migración de *S. frugiperda*. Cuantificación de la variación genética en una secuencia de intrones describe patrones de similitud entre *S. frugiperda* de diferentes lugares en América del Sur, con implicaciones sobre cómo podría estar ocurriendo la migración. Además, se encontró que estas observaciones sólo se aplican al biotipo maíz de *S. frugiperda*, mientras que el biotipo arroz no está presente en Ecuador. Los resultados sugieren diferencias en comportamiento migratorio entre los biotipos de *S. frugiperda* en América del Sur que parecen estar relacionados con las diferencias en preferencias de la planta hospedante.

Palabras clave: Biotipo, Haplotipos, Migración, *Spodoptera frugiperda*

El sistema de cultivo “Push-Pull” para *Spodoptera frugiperda* en África: sus mecanismos de ecología química

Xavier Chiriboga Morales^{1*}, Duncan Cheruiyot¹, Islam Sobhy², Amanuel Tamiru¹, Charles Midega¹, Toby Bruce² y Zeyaur Khan¹

¹Centro Internacional de Ecología y Fisiología de Insectos-ICIPE, Nairobi, Kenia

²Laboratorio de Ecología Química, Keele University, Reino Unido

*Autor para correspondencia, e-mail: xavagrobotica@hotmail.com

Resumen

El cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) es un insecto plaga que estuvo distribuido en las Américas por muchos años hasta que fue registrado por primera vez en varios países de África Occidental en 2016. Las larvas de *S. frugiperda* son polífagas, sin embargo, se han convertido en una seria amenaza a la producción de maíz en África Sub-Sahariana. El uso de insecticidas es restrictivo en África y además, produce efectos negativos en la salud humana y en la naturaleza. Investigamos la posibilidad de reducir su daño a través del uso de cultivares resistentes y un sistema agroecológico de cultivo “Push-Pull” que reduce significativamente la infestación por *S. frugiperda*. El sistema “Push-Pull” usa plantas en medio del cultivo de maíz y plantas acompañantes alrededor del cultivo. Investigamos los mecanismos de ecología química que son la base del sistema. Nuestra hipótesis es que los compuestos volátiles producidos por las plantas acompañantes repelen a *S. frugiperda* y atraen a sus enemigos naturales. Los volátiles colectados de las plantas compañeras *Desmodium intortum*, *D. uncinatum* y *Brachiaria* cv. Mulato II fueron usados en bioensayos y en registros electrofisiológicos con *S. frugiperda* y avispas parasitoides. Electroantenogramas acoplados a un Cromatógrafo de Gases, mostraron fuertes respuestas a ciertos compuestos aromáticos y terpenoides. En un experimento en túnel de viento, los volátiles de maíz mezclados con volátiles de *Desmodium* fueron menos atractivos a adultos de *S. frugiperda* que los volátiles de maíz solo. En ensayos de oviposición, *S. frugiperda* puso menos huevos sobre plantas de maíz cuando los volátiles de *Desmodium* estuvieron presentes. En experimentos en olfactómetros, las avispas parasitoides fueron atraídas a los volátiles de *Desmodium* (cultivo intermedio) y *Brachiaria* cv Mulato II (cultivo de borde). Las evaluaciones en campo mostraron menos larvas de *S. frugiperda* y menor daño en cultivos tipo “Push-Pull”. Nuestra investigación demuestra los mecanismos químicos que son la base del sistema “Push-Pull”, es decir los cultivos acompañantes (intermedio y de borde) repelen *S. frugiperda*, y al mismo tiempo atraen parasitoides de *S. frugiperda*. Se está desarrollando una nueva posibilidad de cultivo “Push-Pull” en la que se podrían utilizar plantas (trampa) atractivas para las larvas y plantas (trampa) atractivas para adultos de *S. frugiperda*, como cultivos de borde.

Palabras clave: África, Atrayentes, Parasitoides, Repelentes, *Spodoptera frugiperda*

Evaluación de tiametoxam + clorantraniliprole para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz

Paola España¹, Mauricio Bustillos^{2*}, Darío Barona² y Efraín López¹

¹ Syngenta, Guayaquil, Ecuador.

² Ecuatoriana de Productos Químicos, ECUAQUÍMICA. Quito, Ecuador.

*Autor para correspondencia, e-mail: mbustillos@ecuaquimica.com.ec

Resumen

La protección de los cultivos contra el ataque de plagas y enfermedades es una preocupación constante del agricultor. El principal insecto plaga que tienen los productores de maíz en el campo es el gusano cogollero, ya que esta larva acaba con el follaje tierno, afectando el desarrollo de la planta y el rendimiento. El presente trabajo se llevó a cabo en la zona de Ventanas, Provincia de Los Ríos. El objetivo fue evaluar el efecto de cinco insecticidas químicos para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. Los tratamientos estuvieron constituidos por cinco insecticidas de síntesis química: tiametoxam + clorantraniliprole (VoliamFlexi) 200 cc ha⁻¹, clorantraniliprole + lambdacialotrina 200 cc ha⁻¹, clorantraniliprole 100 cc ha⁻¹, emamectin benzoate + UV 125 cc ha⁻¹, emamectin benzoate 150 cc ha⁻¹ y un testigo sin aplicaciones. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo un área de 30 m². Se realizó una sola aplicación por aspersión de cada uno de los tratamientos en el estadio vegetativo V4. Como resultados, se tuvo que el mejor control de la plaga, a los 7 días después de la aplicación (DDA), fue el tratamiento de VoliamFlexi con cero larvas por planta, en comparación con el testigo de 1 larva por planta. A los 10 DDA el tratamiento con VoliamFlexi tuvo un promedio de 0,1 larvas por planta, en comparación con el testigo de 1,5 larvas por planta. Por último, a los 14 DDA, el tratamiento de VoliamFlexi tuvo un promedio de 0,25 larvas por planta, en comparación con el testigo de 2,5 larvas por planta. De igual manera, se evaluó el daño ocasionado por cogollero utilizando la escala Davis, en donde se observó que el daño del testigo correspondió a la escala 7, mientras que con el tratamiento se obtuvo un valor máximo de 3 en la escala. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el uso de VoliamFlexi tiene una eficacia mayor del 90% en el control de cogollero; de igual manera, se determinó que el periodo de control sería mayor a los 14 DDA.

Palabras clave: *Cogollero, Insecticidas, Spodoptera frugiperda, VoliamFlexi*

Selección masal estratificada en una población de maíz criollo de la provincia de Manabí, Ecuador

Fernando Sánchez-Mora^{1*}, Rolando León Aguilar¹, Soraya Peñarrieta Bravo¹, Ricardo Limongi Andrade²

¹ Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ingeniería Agronómica, Portoviejo, Ecuador.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, Portoviejo, Ecuador.

* Autor para correspondencia, e-mail: fernando.sanchez@utm.edu.ec

Resumen

En la provincia de Manabí aún se cultiva el maíz criollo, comúnmente llamado maíz amarillo, para diferenciarlo de los híbridos comerciales. Este tipo de maíz ha sido utilizado por décadas en la gastronomía manabita para la elaboración de sal prieta, tortillas, chicha, natillas, entre otros productos. Sin embargo, el cultivo de este maíz va en decadencia debido a la alta heterogeneidad fenotípica evidenciada básicamente en una elevada altura de planta y bajos rendimientos. Además, podría verse afectado por la contaminación de polen con otros materiales híbridos de maíz que reduzcan su pureza genética. El objetivo de esta investigación fue seleccionar plantas con menor altura e inserción de mazorca y con buenas características de mazorcas que permitan la obtención de una segunda generación de selección de maíz criollo. El experimento se desarrolló durante época seca del 2019, en el Campus Experimental La Teodomira, Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, localizada a 01° 09' 51" S, 80° 23 '24" W y 60 m s.n.m. La temperatura media anual es de 25,2 °C, precipitación de 750 mm al año y heliofanía anual de 1134 horas luz. Una población de maíz criollo proveniente de la Comuna La Laguna, del Cantón Sucre fue establecida en parcelas con diferentes densidades poblacionales: 16 667, 20 000, 25 000 y 33 333 plantas ha⁻¹. Se registraron la altura de planta (cm), inserción de mazorca (cm) y las características de la mazorca: peso (g), diámetro (cm), longitud (cm), peso de tusa (g), peso de semillas (g) y número de líneas. Para calcular el diferencial de selección (ds), en cada parcela se registraron observaciones iniciales de las variables estudiadas, denominándosela como población original. Cada parcela constó de una población original y una población seleccionada. El análisis de variancia del (ds) estimado en cada parcela, no registró diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas. Evidenciando que las diferentes densidades poblacionales no interfieren en la selección de características de la planta, ni de la mazorca del maíz criollo. La variable peso de mazorca registró la mayor variación tanto en la población original (CV: 34,47%) como en la seleccionada (CV: 40,27%), mientras que, la variable inserción de mazorca en la población original (CV: 6,01%) y altura de planta en la población seleccionada (CV: 5,09%) registraron las menores variaciones. En la comparación entre la población original y la población seleccionada utilizando la prueba de *t student*, las variables altura de planta, inserción de mazorca y peso de semilla mostraran diferencias altamente

significativas ($p < 0,01$), en cuanto que, las variables peso y diámetro de mazorca mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$). Con la selección fue posible verificar que la altura de planta e inserción de mazorca se redujeron en las plantas seleccionadas en un 10,2%, mientras que las variables relacionadas al rendimiento incrementaron la media en un 10,5% en comparación a la población original. Con un ciclo de selección en las poblaciones de maíz criollo ya se evidencia una respuesta positiva, sin embargo, son necesarios varios ciclos de selección para estabilizar las características genéticas de interés.

Palabras clave: *Diferencial de selección, Fitomejoramiento, Maíz amarillo, Selección masal*

Evaluación agronómica de progenies de medios hermanos derivadas de una población de maíz negro (*Zea mays* L.) en la zona alto Andina del Ecuador

Mario Caviedes^{1*} & Aguirre F.¹

¹*Departamento de Ingeniería en Agronomía, Colegio de Ciencias e Ingenierías. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador*

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

Resumen

El cultivo de maíz amiláceo en la Sierra ecuatoriana es un componente importante en la alimentación por su cobertura geográfica y su volumen de producción. Es uno de los cultivos prioritarios para los pequeños agricultores a ser cosechado en choclo o en grano seco. Los granos de maíces amiláceos de color negro presentan mayor contenido de antocianinas, fenoles y carotenoides; los contenidos de antocianinas en el grano y la tusa hace que sea un producto con gran potencial para la producción de colorantes y antioxidantes naturales. La presente investigación se desarrolló en el ciclo agrícola 2020- 2021, en la que se evaluó 34 progenies de medios hermanos (MH) derivadas de una población mejorada de maíz negro, generada para la región centro-norte de la Sierra. Los objetivos fueron los de cuantificar las diferencias agronómicas de las progenies y seleccionar las mejores que servirán como base genética para la generación de variedades experimentales. El experimento se ejecutó en la granja experimental de la USFQ, en Puenbo-Pichincha.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 34 tratamientos (MH) distribuidos en dos bloques. Se evaluaron ocho características agronómicas y el rendimiento potencial de las progenies; las diez mejores progenies presentaron variación en sus características con rangos de: 102-108 días a la floración; 132-217 cm para altura de planta; 92-142 cm para altura de mazorca y un rendimiento de grano de 4,15 a 8,60 t ha⁻¹, las cuales servirán como base para la generación de nuevas variedades de maíz negro.

Palabras clave: *Antocianinas, Ciclo de selección, Maíz negro, Medios hermanos, Variedad experimental*

Respuesta del maíz blanco harinoso tipo “Chazo” a las condiciones agroclimáticas de Cevallos, Tungurahua, Ecuador

Jorge Dobronski Arcos^{1*}, Darío Barona Martínez², Mauricio Bustillos Lema² y Mireya Grefa Yumbo¹

¹ Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador

² Ecuatoriana de Productos Químicos, ECUAQUIMICA. Quito, Ecuador

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

Resumen

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es importante en la sierra ecuatoriana debido al papel que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria; sin embargo, presenta problemas de baja productividad por factores bióticos, abióticos y de manejo agronómico debido al bajo interés por desarrollar tecnologías de producción para variedades nativas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la fertilización y distancia de siembra sobre el rendimiento del maíz blanco harinoso tipo “Chazo”. El estudio se hizo entre los meses de agosto y marzo en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador; utilizando un diseño experimental en Parcela Dividida, con tres repeticiones, donde la parcela grande fue el factor de estudio fertilización (F1: 0% - F2: 50% - F3: 100% 135kg N, 30kg P, 100kg K) y las sub parcelas (parcela chica) el factor de estudio distancia de siembra (D1: 32 000 plantas ha⁻¹, D2: 50 000 plantas ha⁻¹). La siembra se realizó de forma manual y la cosecha se hizo en grano seco. Como resultado de las características cualitativas evaluadas, el 100% de mazorcas evaluadas presentaron una buena cobertura de mazorca, es decir que la punta de la mazorca estuvo muy apretada; el 44% de las mazorcas recolectadas presentaron forma cónica y la disposición de las hileras del grano fue irregular con un 43%. Finalmente, en lo referente a la forma del grano, el 55% fueron redondos. Para los descriptores cuantitativos analizados: altura de planta, número de hojas, altura de inserción de la mazorca, longitud de la hoja y ancho de la hoja; una vez realizado el análisis de varianza, no se detectaron diferencias estadísticas para las fuentes de variación fertilización, distancias de siembra, así como para la interacción de los dos factores en estudio. El análisis de varianza de la variable rendimiento, se identificó diferencias significativas solo para la fuente de variación fertilización, donde la fertilización al 100% (F3) fue superior al resto de tratamientos con un promedio de 2250,83 kg ha⁻¹. Se concluye, que el mejor resultado para el plan de fertilización en maíz “Chazo” es aplicar el 100% de los elementos nutricionales. Las distancias de siembra utilizadas en esta investigación no tuvieron incidencia sobre las variables evaluadas, ya que no se detectaron diferencias estadísticas significativas en éstas.

Palabras clave: Chazo, Distancia de siembra, Fertilización, Maíz blanco harinoso

Uso de acolchado plástico en la producción de maíz suave (*Zea mays* L. var. *amylacea*)

Victoria A. López^{1*}, José L. Zambrano^{2*}, Carlos A. Sangoquiza³, Yamil E. Cartagena², José L. Rivadeneira², Javier A. Manguashca², Rafael Parra²

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Unidad de Desarrollo Tecnológico de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador*

²*INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Cutuglagua, Ecuador*

³*Korea Program on International Agriculture (KOPIA). Estación Experimental Santa Catalina. Cutuglagua, Ecuador*

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

Resumen

En la Sierra del Ecuador, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más importantes, debido a la superficie dedicada a su producción y por ser un componente básico en la dieta de la población. La superficie cosechada de maíz suave en el 2020 fue de 69 130 ha, con un rendimiento promedio de 1,61 t ha⁻¹ de grano en seco y 3,68 t ha⁻¹ de choclo. Una de las principales limitantes de la producción es el bajo rendimiento, causado entre otros aspectos, por la vulnerabilidad del cultivo a eventos climáticos. El más importante en la Sierra del país es la sequía, que representa pérdidas de entre el 34 y 57% de la producción. La utilización de plásticos como cobertura del suelo es una técnica comúnmente empleada en cultivos hortícolas, cuya finalidad principal es la protección del sistema radicular de las plantas del frío, sequía, malezas y plagas; limitantes que se encuentran en las zonas de producción de maíz de la región Andina del Ecuador. Es el caso de la Parroquia Guaytacama del Cantón Latacunga, cuya principal característica es la falta de agua para riego, además de altas probabilidades de presencia de heladas. Con el fin de evaluar el efecto del uso de la cobertura plástica sobre el rendimiento del cultivo de maíz y los costos de producción asociados a esta tecnología, se implementaron ensayos de evaluación participativa con agricultores de la Asociación de Emprendedores Agropecuarios Virgen del Tránsito, cuyos socios son productores principalmente de maíz suave. Se establecieron cuatro experimentos con diseños completamente al azar, con tres y cuatro repeticiones. En dos experimentos se utilizó semilla local (grano amarillo harinoso conocido como Tusilla), y en los restantes se utilizó INIAP 199 (Racimo de uva) e INIAP 193 (Chulpi). En todas las localidades se implementaron tres tratamientos: T1, uso de acolchado plástico; T2, tecnología de manejo recomendada por INIAP; y T3, manejo del agricultor.

Los resultados demostraron la eficiencia del uso de acolchado (T1) sobre el rendimiento de maíz, ya que se incrementó el rendimiento de Tusilla, INIAP 199 e INIAP 193, en 106 %, 263 % y 125 % con relación al rendimiento obtenido con el manejo del agricultor (T3); y, en 41 %, 35 % y 36% en relación al manejo recomendado por el INIAP (T2), respectivamente para cada

variedad. Mediciones de humedad en el suelo (0 a 30 cm de profundidad) realizadas con un DIVINER 2000 comprobaron una mayor retención de humedad en el tratamiento con acolchado, que en épocas de mayor escasez de agua se mantuvieron entre 25 % y 26 % de humedad, comparados con valores de 14 % a 18 % obtenidos en los demás tratamientos. El tratamiento con acolchado plástico obtuvo el mayor beneficio económico, debido a que la inversión del plástico (0,32 USD m²) fue superada por el ahorro en mano de obra para la deshierba y el aporque, y el incremento en el rendimiento. Las evaluaciones participativas corroboraron a las observaciones agronómicas, donde el 100% de los participantes calificaron como muy bueno al uso de acolchado (T1), a la vez que cumplió con sus expectativas de facilitarles trabajo, reduciendo las actividades de control de malezas y aporque e incremento de rendimiento. Los resultados del presente estudio sugieren continuar las investigaciones que permitan ampliar el dominio de recomendación de esta tecnología.

Palabras claves: *Alternativa tecnológica, Cambio climático, Innovación, Mulching, Producción, Rendimiento, Resiliencia*

El efecto del uso de las tecnologías sobre el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro en el Ecuador

Víctor Hugo Sánchez A^{1,2*}

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Dirección de Investigaciones. Quito, Ecuador*

²*Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Quito, Ecuador*

* *Autor para correspondencia, e-mail: victor.sanchez@iniap.gob.ec*

Resumen

Las subvenciones son mecanismos que los gobiernos utilizan para corregir los bajos niveles de productividad agrícola. En el Ecuador se desarrolló una política de subvención a través de paquetes tecnológicos y capacitación, que incluyó semilla de calidad, fertilizantes y pesticidas. De tal manera, que esta intervención promovió el uso de las tecnologías y proporcionó los conocimientos y activos complementarios. Dado que la intervención no alcanzó a todos los productores, existieron casos que no utilizaron las tecnologías y quienes si las aplicaron por fuera de las subvenciones. Por tanto, la presente investigación tuvo el objetivo de determinar el impacto de la adopción de las tecnologías, ya sea a través de una subvención de un paquete tecnológico o por cuenta propia, en el rendimiento del cultivo de maíz duro, desarrollado por pequeños productores. Para esto se utilizaron datos de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador sobre encuestas realizadas a un total de 1622 productores de maíz duro de las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja, correspondiente a los ciclos de siembra de invierno y verano de los años 2015 y 2016. Se registraron datos de tipo económico, tecnológico, institucional e individual. Se utilizó el método del “propensity score matching”, mismo que permite reducir el problema de emparejamiento de individuos tratados con aquellos que no, con base en una serie de características observables. El comportamiento de las variables en el análisis de los determinantes de la adopción responden a la evidencia empírica y se observó que en este estudio, las variables que explicaron la adopción tecnológica fueron: los relacionados con la riqueza (tamaño de la finca), la asociatividad (pertenecer a una asociación), la edad del productor y la experiencia (número de generaciones dedicadas al cultivo). Finalmente, este estudio demuestra que la subvención obtuvo incrementos en los rendimientos, y que la aplicación de las tecnologías debe venir de la mano con el aprendizaje sobre el uso de la tecnología y de los insumos complementarios.

Palabras clave: *Productores agrícolas, Rendimiento de maíz, Subvención, Tecnología agrícola*

Efecto de la aplicación de bacterias promotores del crecimiento vegetal *Azospirillum* sp y *Pseudomonas fluorescens* sobre el cultivo de maíz de altura

Carlos A. Sangoquiza-Caiza ^{1*}, José L. Zambrano-Mendoza ^{2*}, María R. Nieto-Beltrán ³,
Verónica Quimbiamba ¹, César R. Asaquivay-Inca ⁴

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

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

³ INIAP. Unidad de Desarrollo Tecnológico de Imbabura, Ibarra, Ecuador

⁴ INIAP. Unidad de Desarrollo Tecnológico de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

*Autor para correspondencia, e-mail: ci2801@hotmail.com, jose.zambrano@iniap.gob.ec

Resumen

En la Sierra del Ecuador se cultiva anualmente alrededor de 75 000 ha de maíz suave. Los rendimientos se encuentran en 3,68 t ha⁻¹ para maíz suave choclo y 1,63 t ha⁻¹ para maíz suave seco, colocando a este cultivo entre los niveles de productividad más bajos de América Latina. Por otro lado, el alto costo de los fertilizantes sintéticos y el mal uso de estos están causando un grave impacto en la fertilidad y salud de los suelos, adicionando a esto el monocultivo y la falta de aplicación de tecnologías que actúen en armonía con el medio ambiente. Por todo esto, es necesario proporcionar a los agricultores alternativas sostenibles para la nutrición de los cultivos. Una alternativa es el uso de microorganismos benéficos promotores del crecimiento vegetal (PGPR) que han demostrado cumplir funciones que mantienen el equilibrio del suelo, apoyan al crecimiento de los cultivos, incrementan el rendimiento y reducen los costos de producción. Con estos antecedentes, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de un biofertilizante a base de cepas fijadoras de nitrógeno (*Azospirillum* sp) y solubilizadoras de fósforo (*Pseudomonas fluorescens*) en el cultivo de maíz, en las provincias de Imbabura, Chimborazo y Bolívar. Los tratamientos implementados correspondieron a: T1 (fertilización química 100%), T2 (fertilización química (50%) + biofertilizante) y T3 (manejo agricultor). Los resultados obtenidos indicaron un incremento en el rendimiento del 34,5% entre los tratamientos (T2) vs (T3) y 14,12% entre los tratamientos (T2) vs (T1). En cuanto a los costos de producción, estos se redujeron en un 26% entre los tratamientos (T2) vs (T1). Estos resultados nos indican que los microorganismos contenidos en este biofertilizante proporcionaron al cultivo de maíz los nutrientes requeridos para su normal desarrollo y producción.

Palabras clave: *Bacterias promotoras de crecimiento, Biofertilizante, Fertilización, Microorganismos benéficos*

Diversidad, resistencia y vulnerabilidad: el caso de la Mancha Norteña del Maíz en Ecuador

Cathme Mayra¹, Llamatumbi Mayra¹, Cristian Michelena¹, Andrés Pastas¹, Yesenia Inlago¹,
Diego Culqui¹, Jorge Coronel² y José Ochoa^{*3}

¹Universidad Central del Ecuador (UCE), Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental del Austro, Programa de Cereales. Gualaceo, Ecuador

³INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Protección Vegetal. Cutuglagua, Ecuador

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

Resumen

Las variedades tradicionales de maíz son un patrimonio agrícola del país, y están estrechamente asociadas con la reducción de la vulnerabilidad a estreses bióticos y abióticos. El objetivo de este estudio fue determinar la funcionalidad de la resistencia genética a mancha norteña (*Exorohilum turcicum*) de la diversidad de las variedades tradicionales de maíz. En condiciones controladas (invernadero) se estudió la diversidad patogénica (razas) de *E. turcicum*. Utilizando la diversidad patogénica representativa del patógeno se evaluó la resistencia poblaciones de las variedades tradicionales de maíz de Cotacachi-Imbabura y Saraguro-Loja. Complementariamente, en campo, en Cotacachi y Saraguro, en condiciones de infección natural, se evaluó la resistencia a *E. turcicum* de poblaciones similares a las evaluadas en invernadero, y en Tandapi-Pichcincha, se evaluó con inoculación artificial. Las razas del patógeno identificadas presentaron virulencias para los genes *Ht1*, *Ht2* y *Ht3*, no presentaron virulencia para el gen *HtN*, y fueron poco diversas. En este estudio se asoció bien la expresión de la resistencia a *E. turcicum* en condiciones controladas y en condiciones de campo, y se estableció con claridad la resistencia a *E. turcicum* de las variedades tradicionales de maíz estudiadas. Las poblaciones de Cotacachi, canguil, morochillo y “yana sara” presentaron reacciones de resistencia, las poblaciones de morocho y “yura sara” presentaron reacciones de resistencia intermedia, mientras que las poblaciones de “chulpi” y “killu sara” presentaron reacciones que variaron desde reacciones de susceptibilidad a reacciones de resistencia. Las poblaciones de Saraguro, cristalino presentó reaccion de resistencia, mientras que las poblaciones morocho, blanco y zhima presentaron reacciones de resistencia intermedia. Las variedades mejoradas INIAP-101 e INIAP-103 presentaron reacciones de susceptibilidad en todos los experimentos; sin embargo, estas variedades no son severamente afectadas por el patógeno debido a la efectividad de la resistencia de las variedades tradicionales, que reducen el inóculo del patógeno. Estos resultados permiten concluir, que en el país, la diversidad genética de maíz está estrechamente asociada con una menor vulnerabilidad del cultivo a la mancha norteña.

Palabras claves: *Agrobiodiversidad, Enfermedades del maíz, Resistencia genética, Resistencia de campo*

Efecto del fertirriego en el cultivo de maíz harinoso (*Zea mays* L var. *amylacea*) variedad Pepa

Randon Ortiz Calle ^{*1}, Cristian Quilanchamin Angos ¹, Maritza Chile Asimbaya ¹, Yamil Cartagena Ayala ²

¹ *Universidad Central del Ecuador (UCE), Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador*

² *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: rsortiz@uce.edu.ec*

Resumen

El cultivo de maíz Pepa es una variedad de maíz amarillo harinoso adaptado a las condiciones agroecológicas semidesérticas de Malchingui (2400 – 3000 m s.n.m.) provincia de Pichincha (Ecuador), cultivada por los agricultores desde hace 100 años, cuya altura de la planta varía entre 100 y 150 cm, longitud promedio de la mazorca de 10 cm, ciclo vegetativo entre 180 y 210 días, y rendimiento entre 2,0 y 3,0 t ha⁻¹. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del fertirriego en el rendimiento del cultivo de maíz a través de un diseño experimental de parcelas divididas con dos factores en estudio (riego por goteo: aplicación continua e intermitente, y fertilizantes, dosis: 50 % y 100%). Se contó con un sistema de riego por goteo automatizado y la fertilización del cultivo se realizó durante las 12 primeras semanas del ciclo vegetativo. Resultados principales: i) rendimiento, en el Tratamiento 2 (riego por goteo continuo y 50 % de la dosis de fertilizantes) se obtuvo el mayor rendimiento de grano seco con 6,48 t ha⁻¹; ii) biomasa, en el Tratamiento 1 (riego por goteo continuo y 100 % de la dosis de fertilizantes) se obtuvo el mayor peso con 25,95 t ha⁻¹; iii) altura de la planta, en T1 se obtuvo la mayor altura con 270,8 cm, y iv) longitud de la mazorca, en T3 se obtuvo la mayor longitud con 14,6 cm. En conclusión, el riego por goteo continuo con el 50% de la dosis de fertilizantes permitió alcanzar el más alto rendimiento, contrastando estos resultados con los reportados en la zona de Malchingui, el riego por goteo permitió incrementar el rendimiento del cultivo en un 116,0 %, la altura de la planta fue mayor en un 142,0 % y la longitud de la mazorca mayor en un 42,0%.

Palabras clave: *Fertirrigación, Maíz amarillo suave, Riego por goteo, Riego por pulsos*

Fertilización líquida localizada como estrategia de nutrición en maíz de secano

Galo Cedeño García¹, Benny Avellan Cedeño², Sofía Velásquez Cedeño¹, Ricardo Limongi Andrade²

¹ *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM), Calceta, Ecuador*

² *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, Portoviejo, Ecuador*

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

Resumen

La falta de humedad en el suelo es la principal limitante para la fertilización eficiente de cultivos en agricultura de secano. En Manabí la crisis climática ha provocado en los últimos años, que dentro de la época lluviosa se presenten periodos cortos y prolongados de déficit hídrico, lo que afecta negativamente la nutrición y rendimiento del maíz. Ante esta problemática, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización líquida localizada sobre el rendimiento y la eficiencia agronómica de la nutrición en maíz de secano. El trabajo se desarrolló durante la temporada lluviosa del 2021, en cuatro localidades maiceras de Manabí, que fueron Bachillero (Tosagua), Tres Charcos (Rocafuerte), El Florón (Portoviejo) y Figueroa (Calceta). En cada localidad los tratamientos consistieron de dos genotipos de maíz (INIAP H-601 y INIAP H-603) y tres técnicas de fertilización (líquida en “drench”, líquida inyectada y granulada en banda). Los experimentos se establecieron en Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 2 x 3, con seis tratamientos, cuatro réplicas y 24 unidades experimentales. Con fines de calcular la eficiencia agronómica de nitrógeno (EAN) se establecieron en todas las localidades parcelas de omisión de nitrógeno de cada genotipo. La siembra se realizó a 0,20 m entre plantas y 0,80 entre hileras. La dosis de fertilización por hectárea en todos los tratamientos fue: 180 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 90 kg de K₂O, 30 kg de MgO y 60 kg de S. Se utilizaron fuentes solubles para los tratamientos de fertilización líquida y común para el tratamiento granulada. La fertilización líquida fue aplicada con una bomba dosificadora. La fertilización granulada fue colocada manualmente en banda superficial. Las principales variables registradas fueron rendimiento de grano y eficiencia agronómica de nitrógeno (EAN). Los datos fueron procesados a través de un análisis de varianza combinado y la separación de medias con Tukey al 5% de probabilidades de error. Los resultados indicaron que el rendimiento y la EAN varió con las localidades y las técnicas de fertilización. La fertilización líquida en “drench” e inyectada alcanzaron rendimientos de entre 7 y 8 t ha⁻¹, en todas las localidades evaluadas, independientemente del genotipo, en relación a la fertilización granulada en banda superficial que mostró rendimiento significativamente menores comprendidos entre 4 y 7 t ha⁻¹. El híbrido INIAP H-603 mostró mayor potencial de rendimiento en dos localidades, mientras que en las demás el rendimiento fue similar al INIAP H-601. La EAN fue mayor con la fertilización líquida en “drench” e inyectada, con valores

comprendidos entre 20 y 27 kg de granos por kg de N aplicado, de acuerdo a las localidades evaluadas. En contraste, la fertilización granulada en banda mostro la menor EAN con valores comprendidos entre 14 y 18 kg de granos por kg de N aplicado. La EAN no fue influenciada por los genotipos de maíz probados. La fertilización líquida se muestra como una tecnología eficiente de nutrición para maíz de secano, cuando las condiciones ambientales no proporcionan la humedad de suelo suficiente para que los fertilizantes granulados se disuelvan de forma adecuada.

Palabras clave: *Déficit hídrico, Fertilización diluida, Productividad, Uso eficiente de N*

Efecto de la densidad de siembra y riego localizado por goteo en el comportamiento productivo del maíz

Rolando León-Aguilar^{1*}, Antonio Torres-García¹, Fernando Sánchez-Mora¹

¹ *Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: rolando.leon@utm.edu.ec*

Resumen

El cultivo del maíz es uno de los productos agrícolas más diversos pero muy exigente a condiciones agronómicas. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto comportamiento productivo de híbrido de maíz bajo diferentes densidades de siembra con tecnología de riego por goteo. La investigación tuvo lugar en el campus experimental de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, Se estudió el efecto de la densidad y sistema de siembra en la respuesta productiva del cultivo del maíz. Se trabajó con un sistema de surcos dobles para cada cinta de goteo, y sistemas sencillos con una cinta de riego por cada surco de maíz. Para los surcos dobles se trabajó con un marco de 0,30 m x 0,70 metros, que representan la distancias entre dos hileras de plantas a través de las cuales se pasó la cinta de goteo. Se evaluaron tres distancias entre plantas, tanto para los surcos dobles como sencillos los cuales fueron 0,15, 0,20 y 0,25 m. con estos arreglos, se logró densidades de siembra entre las 40 000 mil y 133 333 plantas ha⁻¹. Se evaluaron las variables morfológicas y productivas, entre ellas el rendimiento en t ha⁻¹. El análisis estadístico mostró diferencia significativa para las variables morfológica altura de planta y diámetro del tallo a los 60 días después de la germinación. Tanto para la siembra con surcos dobles como para la siembra con surcos sencillos se presentó efecto significativo en las medias del peso de los granos, al igual que para las variables del rendimiento. Los rendimientos estimados oscilaron entre las 9,78 y 18,13 t ha⁻¹ con densidades de 40 000 y 133333 plantas ha⁻¹, respectivamente. Los resultados obtenidos en el rendimiento del cultivo del maíz con riego por goteo y altas densidades de siembra evidencian la posibilidad de incrementar rendimientos con una disminución sensible del volumen de agua total a utilizar para la producción de maíz seco duro.

Palabras clave: *Altura de plantas, Eficiencia, Rendimiento, Riego por goteo*

Determinación de requerimientos hídricos del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad INIAP 102

Juan Eduardo León-Ruiz^{1*}, Daniel Arturo Román-Robalino², Juan Sebastián Silva-Orozco¹,
Robinson Fabricio Peña-Murillo¹, Vicente Javier Parra-León¹, Yosbel Lazo-Roger^{1*}

¹*Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales.
Riobamba, Ecuador*

²*ESPOCH, Sede Orellana. Puerto Francisco de Orellana, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: ylazoroger81@gmail.com, jleon@epoch.edu.ec*

Resumen

La gestión adecuada del agua en la agricultura requiere de la aplicación de métodos cuantitativos para determinar las necesidades hídricas de los cultivos. Por tal motivo, es necesario conocer la demanda hídrica del cultivo del maíz. Para este ensayo, se utilizó la variedad INIAP 102 que es muy promisoriosa sobre todo para altitudes por encima de los 2000 m s.n.m. En este estudio se analizaron tres métodos: lisímetro, tanque evaporímetro Tipo A y fórmula empírica FAO, para determinar requerimiento hídrico del cultivo de maíz INIAP 102 en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Se empleó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. En cada tratamiento se tomó una muestra de diez plantas y se evaluaron variables agronómicas y de rendimiento y se determinó el efecto de diferentes láminas de agua en el desarrollo vegetativo del cultivo del maíz. Las diferencias entre los tratamientos de las variables en estudio se analizaron mediante un análisis de varianza. En los casos donde se presentó diferencias significativas se aplicó la prueba Tukey al 5%. Cuando hubo mayor disponibilidad de agua en el suelo, el crecimiento vegetativo, el rendimiento y el peso de las mazorcas por planta de maíz INIAP 102, fueron mayores. Los parámetros del rendimiento como: el peso de las mazorcas por planta y el rendimiento, suponen la utilidad de estrategias en la aplicación del agua demandada por el cultivo. El exceso de humedad en el suelo durante todo el ciclo, provocó un detrimento de los rendimientos al sobrepasar el límite máximo de la lámina total de agua. Este estudio, es de gran importancia porque la determinación del requerimiento hídrico del maíz INIAP 102 se realizó por primera vez en la provincia de Chimborazo y apoyará a los agricultores en un mejor uso del agua para riego.

Palabras clave: *Lámina de riego, Lisímetro, Maíz, Requerimientos hídricos, Tanque de evaporación*

Caracterización morfológica de maíz raza Canguil (*Zea mays L. var everta*) procedente de la provincia de Imbabura

Lidia Castañeda¹, Doris Chalampunte-Flores^{1*}, Julia Prado¹, Ima Sánchez¹, Julia Prado¹ y
Franklin Sánchez¹

¹Universidad Técnica del Norte (UTN). Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y
Ambientales. Ibarra, Ecuador

*Autor para correspondencia, e-mail: dschalampunte@utn.edu.ec

Resumen

Los Andes ecuatorianos es uno de los centros de origen y diversificación de una amplia diversidad agrícola; uno de los cultivos de mayor importancia para la seguridad alimentaria dentro de esta región se encuentra el maíz (*Zea mays L.*), que presenta además una amplia variabilidad genética. En las últimas décadas, se ha presentado una mayor incidencia de erosión genética en maíces criollos como el canguil o maíz palomero, pérdidas que están relacionadas al incremento de variedades comerciales o a la importación del grano para consumo, lo que incide en la pérdida de cultivos tradicionales. Con estos antecedentes, se planteó caracterizar la diversidad genética de maíz raza canguil procedente de dos cantones de la provincia de Imbabura; para lo cual, se colectó germoplasma en ferias de semillas, y a través de descriptores morfológicos se caracterizó el germoplasma. En total se colectaron 55 accesiones y se empleó 25 descriptores morfoagronómicos (15 cuantitativos y 10 cualitativos). Los resultados del análisis de conglomerados identificaron cuatro grupos a una distancia máxima de 1,33. Los grupos 1, 2, 3 y 4 están integrados por 13, 15, 21 y 6 accesiones respectivamente, además se determinó la presencia de 17 morfotipos. Además, se identificó variación en colores y formas tanto de grano como mazorca; así, el Grupo 1 presentó granos en tonalidades rojo, el Grupo 2 presentó variación de colores, el Grupo 3 conglomeró accesiones con granos en tonos amarillos y anaranjados y el Grupo 4 agrupó materiales con granos de colores amarillos, anaranjados y rojos oscuros. Respecto a las características cuantitativas, el tamaño de la mazorca osciló entre 10,23 y 11,69 cm, el peso de 100 semillas varió entre 20,35 y 28,71 g, y el 83% de las accesiones presentan características de un grano reventador. Finalmente, se determinó que 22 accesiones independientemente del color de grano pueden ser considerados materiales promisorios ya que el porcentaje de reventado (expansión) supera el 70%, materiales que podrían ser usados para procesos de mejoramiento genético.

Palabras clave: *Agrobiodiversidad, Descriptores morfológicos, Erosión genética, Maíz palomero*

Mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) Chulpi y Canguil en la Sierra del Ecuador

José L. Zambrano Mendoza^{1*}, Carlos F. Yáñez Guzmán¹, Carlos A. Sangoquiza Caiza², Victoria A. López Guerrero³, César R. Asaquibay Inca⁴, María R. Nieto Beltrán⁵, Elena Villacrés Poveda¹, María B. Quelal Tapia¹, José S. Velásquez Carrera¹, Doris S. Chalampunte Flores⁶, Jimmy F. Lima Cuaical⁶

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

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

³ INIAP, Unidad de Desarrollo Tecnológico de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador

⁴ INIAP, Unidad de Desarrollo Tecnológico de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

⁵ INIAP, Unidad de Desarrollo Tecnológico de Imbabura. Ibarra, Ecuador

⁶ Universidad Técnica del Norte (UTN). Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador

*Autor para correspondencia: jose.zambrano@iniap.gob.ec

Resumen

En la Sierra del Ecuador existe una gran diversidad de maíces locales, habiéndose reportado a la fecha 17 razas diferentes. Gran parte de esta diversidad está en peligro de erosión genética debido a que son pocos los agricultores que aún la conservan. Es el caso de los maíces pertenecientes a las razas Chulpi ecuatoriano (*Z. mays* var. *saccharata*) y Canguil (*Z. mays* var. *everta*). Por otra parte, el país importa grandes cantidades de grano para el consumo como palomitas de maíz (canguil) o tostado (chulpi y otros harinosos), cuya industrialización para la elaboración de *snacks* ha tenido un auge importante. Estadísticas del Banco Central del Ecuador indican que para el año 2020 el país importó 13,2 millones de toneladas de maíz canguil por un valor CIF de 7,4 millones de dólares y 491 mil toneladas de maíz harinoso (*Z. mays* var. *amylacea*) por un valor CIF de 355 mil dólares. No existen datos oficiales de maíz tipo Chulpi, pero se estima que se importan desde Perú por lo menos 300 toneladas al año. Las variedades locales de maíz Canguil y Chulpi 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 para mejorar la uniformidad del grano y el rendimiento. El programa pretende repotenciar el uso de variedades locales y apoyar a la conservación de los recursos fitogenéticos con un enfoque agroindustrial. Los trabajos de mejoramiento en chulpi se iniciaron en el año 2006, con 55 colectas en nueve provincias de la Sierra ecuatoriana; mientras que el mejoramiento del Canguil Rojo se inició en el 2018 con 33 colectas procedentes de la provincia de Imbabura. Después de 10 ciclos de selección por medios hermanos y evaluaciones multi-ambientes, se dispone de una variedad experimental de maíz chulpi, con granos uniformes, un rendimiento promedio de 2,7 t ha⁻¹ y excelentes características físicas y organolépticas evaluadas en pruebas sensoriales con consumidores. Después de un ciclo de evaluación de colectas y de selección masal, se cuenta con una población de 136 familias de

maíz Canguil Rojo, con rendimientos experimentales de entre 2,0 a 5,0 t ha⁻¹ y con un valor de reventado de entre 60 y 100%. El maíz chulpi se liberará en el año 2022, y a la fecha se establecen parcelas de validación en varias provincias de la Sierra Centro-Norte y lotes de producción de semilla Básica. Se continuará con el proceso de mejoramiento genético del Canguil Rojo colectado en la provincia de Imbabura y con la identificación de razas nativas en la región Costa y Amazonía con potencial de reventado.

Palabras clave: *Agrobiodiversidad, Maíz dulce, maíz reventón, Maíz pira, Maíz pipoca, palomitas de maíz*

Impacto de la extrusión en la textura, propiedades funcionales y composición química de dos variedades de maíz duro (*Zea mays* L. var. *indurata*)

Cintha Calderón¹, Armando Manosalvas¹, Elena Villacrés^{2*}

¹ *Universidad Técnica del Norte (UTN), Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ingeniería Agroindustrial, Ibarra, Ecuador*

² *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Dpto. de Nutrición y Calidad, Cutuglagua, Ecuador*

**Autor para correspondencia, e-mail: elena.villacres@iniap.gob.ec*

Resumen

En los últimos años se ha incrementado la demanda de cereales precocidos, entre ellos los extruídos. Entre las razones que explican dicho aumento en el consumo, se destacan la revalorización de los cereales como alimentos saludables y las exigencias en el comportamiento del consumidor que lo llevan a preferir alimentos de calidad y con mayor valor agregado. El ahorro de tiempo y la comodidad junto con la variedad en sabores, tamaño, texturas, valor nutricional, entre otros, son características que el consumidor moderno reconoce en los productos alimenticios extruídos y por los cuales está dispuesto a pagar un mayor valor. Dos variedades de maíz duro (INIAP-176 e INIAP-180) se procesaron en una extrusora simple de un solo tornillo. El efecto de la variedad de grano, la temperatura del barril (140-150°C) y la velocidad de extrusión (46-56Hz) sobre las propiedades físico-químicas y de textura del snack extruido, fueron investigados. Las condiciones del proceso de extrusión mostraron efectos significativos sobre las propiedades físico-químicas del snack extruido. Con la variedad INIAP-176, se obtuvieron productos de baja densidad aparente y altos índices de expansión, solubilidad y absorción de agua, mientras que con la variedad INIAP-180, se obtuvieron extruídos de mayor densidad aparente, menores índices de expansión, solubilidad y absorción de agua, lo cual se correlacionó con el mayor contenido de almidón y proteína de la variedad INIAP-180. Se determinó que las bajas temperaturas de extrusión y la menor velocidad de rotación del tornillo favorecieron el incremento de las propiedades funcionales. La Variedad INIAP-176, resultó apropiada para el proceso de extrusión, permitiendo la obtención de productos crocantes, buen contenido de proteína, almidón y baja actividad de agua.

Palabras Clave: *Extrusión, Parámetros, Snack, Temperatura, Variedades, Velocidad de tornillo*

Fitotoxicidad del cadmio sobre la germinación y crecimiento de variedades de maíz ecuatorianas

Henry Aguirre^{1*}, Patricio Viteri¹, Pamela León¹, Yerimar Mayía¹, Patricio Cobos¹, Mariuxi Mero¹, Beatriz Pernía^{1*}

¹*Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales. Guayaquil, Ecuador*

* *Autor para correspondencia, e-mail: hpas.1994@gmail.com, beatrizpernia@gmail.com*

Resumen

El cadmio es fitotóxico por ende genera en las plantas inhibición de la germinación y crecimiento, reduciendo la producción agrícola y en Ecuador se ha constatado contaminación por Cd en suelos agrícolas. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la fitotoxicidad del cadmio sobre diferentes variedades de maíz, con la finalidad de identificar las más tolerantes y si son idóneas para el cultivo en suelos contaminados con este metal en Ecuador. Se realizaron bioensayos exponiendo diferentes variedades de maíz (INIAP-101, INIAP-122, INIAP-151, INIAP-180, INIAP H-551, INIAP H-553) a diversas concentraciones de Cd (0, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8 mg L⁻¹) y se evaluó la tasa de germinación, la longitud de las radículas e hipocótilos, así como los índices de tolerancia y fitotoxicidad. Dando como resultado que el porcentaje de germinación no se vio afectado. Las variedades INIAP-101 e INIAP-151 presentaron un elevado grado de tolerancia al cadmio a bajas concentraciones 0,25 y 0,50 mg L⁻¹. La longitud de las radículas fue el parámetro más afectado por el cadmio, a 2, 4 y 8 mg L⁻¹. El mayor porcentaje de inhibición de la radícula fue de 97% en INIAP-101 y de 79% en la menos afectada INIAP-151 a 8 mg L⁻¹ de Cd. El índice integral de fitotoxicidad mostró toxicidad a la concentración de 4 mg L⁻¹ de Cd de acuerdo al siguiente orden: INIAP-122 (92%), INIAP-101 (93%), INIAP H-551 (93%), INIAP-180 (78%), INIAP H-553 (79%) e INIAP-151 (44%), siendo la variedad más tolerante INIAP-151 y la menos tolerante INIAP-122. Se determinó los diferentes niveles de tolerancia de variedades de maíz suave al cadmio, que pueden ser utilizadas en cultivos donde su suelo se encuentre contaminado con este metal en concentraciones biodisponibles menores a 2 mg L⁻¹ de Cd.

Palabras claves: *Cadmio, Fitotoxicidad, Metales pesados, Tolerancia*

El relieve del terreno cambia la absorción y eficiencia de uso del N afectando la productividad y rentabilidad del maíz (*Zea mays* L.) de secano con cero labranza

Marcos Chila¹, Freddy Amores^{1*}, Ramiro Gaibor¹

** Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quevedo, Ecuador*

Autor para correspondencia, e-mail: famores.ec@gmail.com

Resumen

La eficiencia de la aplicación de nitrógeno (N) para producir maíz de secano depende de varios factores, entre ellos la topografía y el balance de la fertilización. En el 2020 se condujo una investigación para cuantificar dicha eficiencia en un lote comercial con siembra manual de maíz con cero labranza, en la zona de Balzar, provincia del Guayas. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al azar asignando las distintas pendientes del terreno (0, 15, 23 y 39%) a los bloques y tres alternativas de fertilización (Control, N y NPK). Se evaluó el crecimiento, la producción, absorción de N, eficiencia de uso del N y rendimiento del maíz por kg de N aplicado. Las diferencias entre tratamientos y pendientes se probaron mediante la Prueba de Duncan (0,05). Sin importar el origen del N, la absorción decreció al aumentar la pendiente. La absorción de N mineralizado del suelo en terreno plano superó con 7,9% a la media de las demás pendientes. Con pendiente cero, al fertilizar con N, la absorción de N superó con 30,9% a la media de las otras pendientes; con NPK la superioridad fue 26,8%. A través de pendientes, la eficiencia de uso del N para el tratamiento NPK fue 2,5 veces la del tratamiento con N. En el terreno plano la eficiencia de uso del N con ambos tratamientos superó con amplitud al promedio de los terrenos inclinados. Con NPK cada kg de N produjo 26,7% más grano en el terreno plano que la media de las pendientes restantes. La amplia brecha productiva entre los tratamientos control y NPK en el terreno plano, se acortó al incrementarse la pendiente. A través de tratamientos, el maíz con pendiente cero rindió 24,0% más que la media de terrenos inclinados; con una superioridad del 8,2% el peso de 100 semillas siguió el mismo comportamiento. Cada tonelada de maíz se produjo a un costo de \$ 141,2 USD en el tratamiento con NPK del terreno plano, ascendiendo a \$ 173,8 USD para la media de terrenos inclinados. El retorno por dólar invertido fue \$ 0,93 USD para NPK en terreno plano, comparado con \$ 0,57 USD que fue la media de terrenos inclinados. Se visualizaron opciones para mejorar la eficiencia de uso del N tomando en consideración topografía y balance nutritivo.

Palabras clave: *Calidad del suelo, Eficiencia de uso del N, Pendiente del terreno, Rendimiento, Rentabilidad*

Organizado por:



Con el apoyo de:



Auspiciado por:



ISBN: 978-9978-68-200-5

