



ARCHIVOS ACADÉMICOS
USFQ



MEMORIAS



**II SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE
APLICACIONES NUCLEARES
EN LA AGRICULTURA**

Archivos Académicos USFQ

Número 27

Memorias del II Simposio Latinoamericano de Aplicaciones Nucleares en la Agricultura

Editores:

Mario Caviedes¹, María Gabriela Albán¹, José Luis Zambrano², Luis Ponce-Molina²

¹Universidad San Francisco de Quito - USFQ, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

Comité Editorial:

José Luis Zambrano¹, Luis Ponce-Molina¹, Sergio De Los Santos Villalobos², María Caridad González³, Luz Gómez-Pando⁴, Mario Caviedes⁵, Yamil Cartagena¹, Xavier Cuesta¹, Eduardo Morillo¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

²Instituto Tecnológico de Sonora, México

³Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas – INCA, San José de las Lajas, Cuba

⁴Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

⁵Universidad San Francisco de Quito - USFQ, Colegio de Ciencias e Ingenierías, Quito, Ecuador

Expositores:

Fatma Sarsu

María Caridad González

Héctor Nakayama

Juan Felix Arguello

Evelyn Quiros

Elba Vallejo

Luis Armando Quevedo

Paúl Vargas

Alejandra Landau

Alexander De Andrade

Javier Garófalo

Sergio De Los Santos

Luz Gómez-Pando

Jorge Rivadeneira

Daniel Villegas

Juan Miguel Olalla

José Andrés Ramos

Marco Sinche

Elena Villacrés

Francisco Salgado

Karla Molina Díaz

Jorge Bastidas

José Luis Zambrano

Verónica Bugallo

Luis Ponce-Molina

Luis Francisco Becerra

Xavier Cuesta

Jenny Ángel Molina

María Belén Quelal

Eduardo Morillo

Juan Carlos Gómez

Kristha Paredes Branda

Daniela María Baracaldo Pinto

Jorge Huete-Pérez

USFQ PRESS

Universidad San Francisco de Quito USFQ
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador
Marzo 2020, Quito, Ecuador

ISBN: 978-9978-68-158-9

ISBNe: 978-9978-68-156-6

Catalogación en la fuente. Biblioteca Universidad San Francisco de Quito

Simposio Latinoamericano de Aplicaciones Nucleares en la Agricultura
(2° : 2020 : Quito, Ecuador)
Memorias del II Simposio Latinoamericano de Aplicaciones
Nucleares en la Agricultura / editores, Mario Caviedes ... [y otros] ;
expositores, Fatma Sarsu ... [y otros]. – Quito : USFQ Press, 2020.
p. cm. ; (Archivos Académicos USFQ, ISSN: 2528-7753 ; no. 27
(mar. 2020))

ISBN: 978-9978-68-158-9
ISBNe: 978-9978-68-156-6

1. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias e
Ingenierías – Congresos, conferencias, etc. – I. Caviedes, Mario, ed. –
II. Sarsu, Fatma, exp. – III. Título. – IV. Serie monográfica

CLC: S 671.3 .S56 2020
CDD: 630

OBI-087

Esta obra es publicada bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Citación recomendada de toda la obra: Caviedes, M., Albán, M.G., Zambrano, J.L., Ponce-Molina, L. (Ed.) (2020). Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre uso de Energía Nuclear en Agricultura. Archivos Académicos USFQ, 27, 1-56.

Citación recomendada de un resumen: Villegas-Nassar, D., Ly, D., Duran, O. (2020). Efecto de bajas dosis de radiación gamma sobre el crecimiento y desarrollo de semillas de *Eucaliptus nitens*. Archivos Académicos USFQ, 27, pp. 27.

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*:

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/index>

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

TABLA DE CONTENIDOS

Prólogo	6
Agenda.....	8
Resúmenes de presentaciones.....	11
Induced mutations for food security	11
Impacto de la mejora por mutaciones en cultivos de importancia económica en Cuba	12
Aplicación de tecnología nuclear para el mejoramiento de la soja en Paraguay	13
Selección de mutantes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) tolerantes a sequía en campo durante dos épocas secas en Costa Rica.....	14
Variabilidad genética en el cultivo de arroz en Panamá por mutación inducida con rayos gamma. 15	
Expresión de genes de tolerancia a sequía en plantas radio inducidas de bananas (Musa AAA cv “Pineo Gigante”).....	16
Estandarización de un medio de cultivo para la obtención de plántulas a partir del cultivo <i>in vitro</i> de meristemos de <i>Solanum phureja</i> mutante flor blanca.	17
Tratamiento de granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) con radiación gamma para el control de esporas fúngicas.....	18
Mutaciones inducidas en plantas cultivadas en Argentina: mutantes de interés científico y agronómico	19
Induced mutation technique to the development of cultivars with tolerance to herbicides.....	20
Mejoramiento genético de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) mediante la inducción de mutaciones con rayos gamma.....	21
Generación de líneas avanzadas de trigo (<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>durum</i>) tolerantes a incrementos de temperatura (2 °C), mediante la inducción de mutaciones por radiación gamma....	22
Generación de mutantes de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) de la variedad “Superchola” con resistencia al tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>), mediante exposición a radiaciones ionizantes gamma.....	24
Efecto de bajas dosis de radiación gamma sobre el crecimiento y desarrollo de semillas de <i>Eucalyptus nitens</i>	25
Medidas de seguridad radiológica para el uso y aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria agroalimentaria	26
Tecnologías para la irradiación de alimentos	27
Extensión de la vida útil de papa chaucha amarilla (<i>Solanum phureja</i>) y cebolla perla (<i>Allium cepa</i> L.) mediante irradiación gamma.....	28
Efecto de la irradiación gamma en las características físico-químicas de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) almacenada	29
Irradiación gamma de carne molida como método para mejorar su calidad microbiológica	30

Selección de cultivares de tomate sometidas a radiaciones ionizantes, para tolerancia a <i>Begomovirus</i> y altas temperaturas.....	31
Análisis de la expresión del gen <i>cdpk7</i> y evaluación del gen <i>EIN2</i> en papa criolla <i>Solanum tuberosum</i> vf. <i>phureja</i> , irradiada con cobalto-60.....	32
Análisis de la expresión del gen <i>nced1</i> en tubérculos de <i>Solanum tuberosum</i> vf. <i>phureja</i> , (variedad criolla colombiana) irradiada con cobalto-60.....	33
Identificación de plantas mutantes con resistencia a <i>Ascochyta</i> spp en una población de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) desarrollada con radiación gamma.....	34
Caracterización morfológica de plantas proveniente de yemas irradiadas de bananos <i>Musa</i> AAA seleccionados por su tolerancia al estrés hídrico.....	35
Establecimiento de una metodología en campo para la evaluación de la absorción de nitrógeno en mutantes promisorios de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) mediante la técnica isotópica con ¹⁵ N.....	36
Durabilidad del brócoli (<i>Brassica oleracea</i>) tratado con irradiación gamma.....	37
Estandarización de un protocolo de embriogénesis somática en café (<i>Coffea arabica</i> L.) como paso previo a la inducción de mutaciones para generar genotipos con tolerancia a roya (<i>Hemileia vastatrix</i>).....	38
“Girón 50”, nuevo mutante de tomate (<i>Solanum lycopersicon</i> L.) tolerante a la sequía y altas temperaturas.....	39
Validación de un sistema hidropónico para la selección de plantas mutantes en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	40
Eficiencia en la fertilización nitrogenada para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.) en Panamá.....	41
Mejora genética de Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i>) var CICA-UNSAC por inducción de mutaciones.....	42
Radiosensibilidad de centeno (<i>Secale cereale</i>) a la radiación gamma y determinación de la dosis mutagénica.....	43
Determinación de las condiciones adecuadas de pretratamiento frío y la dosis óptima de radiación gamma para el cultivo in vitro de micrósporas de maíz.....	44
Mejora genética por mutaciones en cultivos de importancia para la Sierra Ecuatoriana.....	45
Respuesta in vitro de <i>Oriza sativa</i> (cultivar L9) a azida de sodio, DMSO y carbón activado.....	46
Inducción de mutaciones por rayos X en plantas ornamentales nativas de Argentina.....	47
Evaluación <i>in vivo</i> del efecto citotóxico de los extractos acuosos de dos variedades mutantes de <i>Hibiscus sabdariffa</i>	48
Uso de rayos gamma para el mejoramiento genético de pasto janeiro.....	49
(<i>Eriochloa polystachya</i> Kunth).....	49

Radiosensibilidad de <i>Amaranthus</i> spp a la irradiación gamma	50
Evaluación y selección de plantas mutantes de papa variedad Superchola (<i>Solanum</i> spp.) para resistencia a tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma	51
Improving fertilization practices in highland maize through the use of ¹⁵ N and plant growth promoting bacteria.....	53
Evaluación del efecto residual de la aplicación de abonos verdes y la eficiencia de la fertilización nitrogenada (técnicas no isotópica e isotópica)	54
Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) variedad INIAP 101, utilizando los métodos isotópico y convencional	55
Dosimetría y dosis letal media en semillas de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.), chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> L.) y maíz (<i>Zea mays</i> L.) inducidas a mutaciones con rayos gamma	56

II Simposio Latinoamericano de Aplicaciones Nucleares en Agricultura

Prólogo

En la región de América Latina y el Caribe se han desarrollado programas de mejoramiento genético en diferentes cultivos de importancia económica, dirigidos a obtener nuevas variedades con mayor adaptación al cambio climático, con incrementos de productividad y disminución del ciclo de cultivo. Estos programas han sido apoyados por el Organismo Internacional de Energía Atómica – OIEA a través de diferentes proyectos utilizando técnicas nucleares, con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria de los agricultores de los diferentes países. Estas técnicas en la agricultura se basan en la irradiación de germoplasma, el uso de isótopos y técnicas de radiación para combatir plagas y enfermedades, garantizando la inocuidad de los alimentos, protegiendo la tierra y los recursos hídricos.

La irradiación de semillas es un mecanismo mediante el cual se genera nueva variabilidad genética que puede ser empleada en programas de mejoramiento genético. Con el empleo de técnicas isotópicas es posible aumentar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, y a la vez promover la fijación de nutrientes. La técnica de los insectos estériles (TIE) implica la cría masiva y la esterilización de insectos machos antes de liberarlos sobre áreas infestadas de plagas. Esta técnica controla y elimina gradualmente las plagas, reduciéndose el uso de pesticidas y otros contaminantes en productos alimenticios. Las técnicas nucleares permiten además mejorar la inocuidad de alimentos y los sistemas de trazabilidad de materias primas y productos terminados.

La Carrera de Ingeniería en Agronomía del Colegio de Ciencias e Ingenierías de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA), el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia, Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe (ARCAL) y el Centro KOPIA Ecuador y se encuentran organizando el “II SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE APLICACIONES NUCLEARES EN LA AGRICULTURA” dirigido a técnicos, docentes, investigadores y estudiantes de la Carrera de Agronomía y otras afines de la región. El objetivo es promover el intercambio de experiencias y conocimientos sobre el uso de técnicas nucleares en agricultura en las áreas de Mejora Genética Vegetal, Sanidad Vegetal, Seguridad Alimentaria y Adaptación al Cambio Climático en la región.

En el Simposio participaron expositores de 17 países de Latinoamérica y del Caribe, que pertenecen a: INTA (Argentina), EPAGRI (Brasil), Comisión Chilena de Energía Nuclear (Chile), Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica), INCAE (Cuba), IDIAF (República Dominicana), INIAP (Ecuador), Universidad de El Salvador (El Salvador), ICTA (Guatemala), Ministerio de Agricultura (Jamaica), ITSON (México), Universidad Centroamericana (Nicaragua), IDIAP (Panamá), Universidad Nacional de Asunción (Paraguay), Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú) y el INIA (Venezuela). Participarán además delegados del IAEA (Austria).

Esta memoria refleja el aporte técnico- científico de los investigadores de las diferentes Instituciones de investigación de los países de América Latina y el Caribe en las diferentes áreas temáticas y contribuye al mejor conocimiento de las aplicaciones nucleares en la Agricultura para mejorar la productividad, la resistencia a plagas y enfermedades, la inocuidad de los alimentos y aportando para la mitigación del cambio climático.

Agenda

Jueves 5 de marzo 2020

APERTURA DEL EVENTO

Moderador: Diana Maldonado

Hora	Presentación	Ponente
07h30	Registro y colocación de posters	
08h25	Instalación de mesa de autoridades	
08h30	Bienvenida	Luis Rodríguez, Director EESC-INIAP, Ecuador
08h35	Importancia del Simposio	Mario Caviedes, Director de la carrera de ingeniería en agronomía, USFQ, Ecuador
08h40	Logros del Proyecto	Héctor Nakayama, Líder del proyecto RLA/5/068 OIEA-ARCAL, Paraguay
08h45	Inauguración	Isabel Murillo, Directora Ejecutiva INIAP, Ecuador
	Conferencias de Apertura	
08h50	Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA)	Karla Molina, OIEA, Viena
9H10	Cooperación del Ecuador con el OIEA	Jorge Bastidas, MEER, Ecuador (National Liaison Officer)
9h30	Refrigerio y recorrido de posters	

Moderador: Luis Ponce

Soporte: Diego Campaña

Hora	Presentación	Ponente
10h40	Induced mutations for food security	Fatma Sarsu, FAO-IAEA, Viena.
11h00	Impacto de la mejora por mutaciones en cultivos de importancia económica en Cuba	Maria Caridad González, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
11h20	Aplicación de tecnología nuclear para el mejoramiento de la soja en Paraguay	Héctor Nakayama, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.
11h40	Selección de mutantes de arroz tolerantes a la sequía en campo durante dos épocas en Costa Rica	Juan Felix Arguello, Universidad Nacional de Costa Rica
12h00	Variabilidad genética del cultivo de arroz en Panamá por mutación inducida con rayos gamma	Evelyn Quiros, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá – IDIAP, Panamá
12h20	Expresión de genes tolerantes a sequía en plantas radio-inducidas de bananas	Elba Vallejo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – INIA, Venezuela
12h40	Preguntas del bloque	
13h15	Almuerzo Libre	

Moderador: Héctor Nakayama

Soporte: Javier Noroña

Hora	Presentación	Ponente
14h40	Estandarización de un medio de cultivo para la obtención de plántulas a partir del cultivo in vitro de meristemos de <i>Solanum phureja</i> mutante flor blanca	Luis Quevedo Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
15h00	Tratamiento de granos de cacao con irradiación gamma para el control de esporas fúngicas	Paúl Vargas, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
15h20	Mutaciones inducidas en plantas cultivadas en Argentina: mutantes de interés científico y agronómico	Alejandra Landau, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA, Argentina
15h40	Induced mutation techniques to the development of cultivars with tolerance to herbicides	Alexander De Andrade, Empresa de Pesquisa Agropecuaria y Extensión Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Brasil
16h00	Recorrido de posters y refrigerio	
17H00	Cierre	

Viernes 6 de marzo de 2020**Moderador:** Alejandra Landau

Soporte: Victoria López

Hora	Presentación	Ponente
08h20	Mejoramiento genético de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) mediante la inducción de mutaciones con rayos gamma	Javier Garófalo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Ecuador
09h00	Generación de líneas avanzadas de trigo tolerantes a incrementos de temperatura mediante la inducción de mutaciones por radiación gamma	Sergio de los Santos, Instituto Tecnológico de Sonora, México
09h20	Mejoramiento genético de la tolerancia al calor de la quinua mediante inducción de mutaciones	Luz Gómez-Pando, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
09h40	Generación de mutantes de papa de la variedad superchola con resistencia al tizón tardío, mediante la exposición a radiaciones ionizantes gamma, con fuente de Co-60	Jorge Rivadeneira, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Ecuador
10h00	Preguntas del bloque	
10h20	Refrigerio y sesión de poster	
12h20	Efecto de bajas dosis de radiación gamma sobre el crecimiento y desarrollo de semillas de <i>Eucalyptus nitens</i>	Daniel Villegas, Comisión Chilena de Energía Nuclear, Chile

12h40	Medidas de seguridad radiológica para el uso y aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria agroalimentaria	Juan Miguel Olalla, Asociación Ecuatoriana de Radio Protección, Ecuador
13h00	Preguntas del bloque	
13h15	Almuerzo libre	

Moderador: José Luis Zambrano

Soporte: Carlos Sangoquiza

Hora	Presentación	Ponente
14h40	Tecnologías para la irradiación de alimentos	José Andrés Ramos, Genelekta, Ecuador
15h00	Extensión de la vida útil de papa chaucha amarilla y cebolla perla mediante irradiación gamma	Marco Sinche, Universidad Politécnica Nacional, Ecuador
15h20	Efecto de la irradiación gamma en las características fisico-químicas de la papa almacenada	Elena Villacrés, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Ecuador
15h40	Irradiación gamma de carne molida como método para mejorar su calidad microbiológica	Francisco Salgado, Universidad Politécnica Nacional, Ecuador
16h00	Preguntas del bloque	
16h15	Refrigerio y retiro de posters	
16h45	Clausura y entrega de certificados	Líder del proyecto RLA/5/068 OIEA-ARCAL: Héctor Nakayama, Paraguay Comité Organizador

Resúmenes de presentaciones

Induced mutations for food security

Fatma Sarsu^{1*}, Sobhana Sivasankar¹, Isaac Kofi Bimpong¹, Ljupcho Jankuloski¹

¹*Plant Breeding and Genetics Section, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria*

**Corresponding author: f.sarsu@iaea.org*

Induced mutations have played a great role in increasing world food security, since new crop varieties generated through induced mutations have contributed to increase of crop production in worldwide. Genetic variability is a very basic asset for crop improvement in that way it can be artificially induced when treating plant propagules with certain doses of physical mutagens including gamma- or X-rays. The application of mutation techniques has generated vast amount of genetic variability in crops and plays significant roles in plant breeding and advanced genomic studies. The randomly generated heritable genetic changes are expressed in the mutant plants, which are selected for new and useful traits, such as yield, disease resistance, tolerance to abiotic stresses or improved quality. Climate change is largely accepted as a factual and pressing global problem. Nuclear techniques in plant mutation breeding play a key role in crop adaptation to climate change. The technique helps to improve the tolerance of crop species to adverse climatic conditions such as extremes of temperatures, drought and occurrence of pests and diseases. Crop improvement through the use of mutation breeding is a technique used for over 70 years as is a fast way to increase the rate of spontaneous genetic variation in plants to contribute to food security in worldwide. The use of induced mutation techniques and through the support of the Joint FAO/IAEA Division have resulted in a significant agronomic and economic impact in many countries. The FAO/IAEA Mutant Varieties Database (MVD) (<http://mvd.iaea.org>) demonstrates the successes of mutation induction as an efficient tool for crop improvement. The use of induced mutants in plant breeding programs through the world has led to the official release of more than 3,320 mutant varieties from more than 228 crop species world-wide. The increasing number of mutant crop varieties released to farmers contribute greatly to local, national and regional food security.

Keywords: *Crop improvement, Induced mutations, Mutant varieties, Physical mutagens, Plant breeding*

Impacto de la mejora por mutaciones en cultivos de importancia económica en Cuba

María Caridad González Cepero^{1*}, Noraida Pérez León¹, Elizabeth Cristo Valdez¹, Rodobaldo Ortiz Pérez¹, Rodolfo Guillama Alonso¹, Dayne Horta Fernández¹, Novisel Veitía Díaz², Armando Chávez Ardanza³

¹*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)*

²*Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP)*

³*Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN)*

**Correo electrónico: mcaridad9450@gmail.com*

En Cuba, la inducción de mutaciones es una herramienta que ha sido empleada con éxito en programas de mejoramiento genético de arroz (*Oryza sativa* L.), tomate (*Solanum lycopersicon* L.), soya (*Glycine Max* M.), flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) empleando agentes mutagénicos físicos como los rayos gamma y protones. En los cultivos del arroz y el frijol se combinaron las técnicas biotecnológicas y las nucleares con el objetivo de acelerar el proceso de mejora empleando la selección *in vitro* e *in vivo* y obtener nuevas variedades tolerantes a la salinidad, sequía y a altas temperaturas. En arroz las semillas fueron irradiadas con protones y en tomate con radiaciones gamma de Cobalto-60. En soya, tomate y flor de Jamaica las semillas fueron irradiadas con rayos gamma Cobalto-60 y posteriormente cultivadas en condiciones de campo. Se registraron dos variedades de arroz con tolerancia a la salinidad y la sequía respectivamente con rendimientos en condiciones no salinas de 7-8 t ha⁻¹ y en condiciones salinas de 3,5 t ha⁻¹, tres variedades de tomate tolerantes a la sequía con rendimientos superiores a 40 t ha⁻¹, tres variedades de flor de Jamaica de alto potencial productivo y variaciones en el color y forma de sus frutos, una de las cuales es insensible al fotoperiodo. En la soya se registraron dos mutantes de alto potencial productivo (2,5-3,2 t ha⁻¹), uno de los cuales presenta resistencia a nematodos. En el caso del frijol se tienen líneas avanzadas con variaciones en el color de los granos y con tolerancia a las altas temperaturas. Estos resultados se han introducido en condiciones de producción y han sido posible gracias al apoyo brindado por al OIEA a través de Proyectos Nacionales, Regionales, Interregionales y Contratos de Investigación, los que han contribuido a la creación de capacidades y a mejorar la seguridad alimentaria en Cuba.

Palabras clave: Agentes mutagénicos, *Mejoramiento genético*, *Selección in vitro*, *Selección, in vivo*, *Seguridad alimentaria*

Aplicación de tecnología nuclear para el mejoramiento de la soja en Paraguay

Héctor David Nakayama^{1*}, Antonio Samudio¹, Carlos Mussi¹, Wilber Harder², Jenny Dueck²,
Martín Alarcón¹, María Caridad González³

¹*Universidad Nacional de Asunción - Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica – Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT-DGICT-UNA), San Lorenzo, Paraguay*

²*Cooperativa Chortitzer Limitada, Loma Plata, Boquerón, Paraguay*

³*Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*

**Correo electrónico: hnakayama@rec.una.py*

El cultivo de la soja fue introducido en Paraguay por el Dr. Pedro N. Ciancio, en el año 1921. Sin embargo, su expansión se inició a partir del año 1960 intensificándose su producción a nivel comercial desde 1968, paralelamente con el Programa Nacional de Trigo. La producción de soja en Paraguay ha aumentado bruscamente en la segunda mitad del siglo XX ubicándolo en el 6to puesto a nivel mundial en producción y en el 4to como exportador mundial. Los efectos adversos del cambio climático y la necesidad de contar con nuevas variedades tolerantes y resistentes a estreses abióticos y bióticos, ha obligado a los mejoradores a desarrollar nuevos materiales capaces de mejorar su rendimiento. El CEMIT de la Universidad Nacional de Asunción ha empezado a aplicar tecnología nuclear para generar variabilidad y poder seleccionar líneas avanzadas de soja tolerante a sequía, así como resistencia a patógenos oportunistas. Se ha definido la dosis mutagénica (Gy_{40}) para una variedad convencional de soja aplicando dosis crecientes de rayos gamma de cobalto-60. Se han establecido parcelas experimentales en la localidad de Loma Plata (Chaco central paraguayo) para seleccionar en condiciones naturales de sequía, salinidad y altas temperaturas. Los materiales seleccionados fueron sembrados en condiciones semi controladas para confirmar la tolerancia a la sequía, empleando sistema de bajos suministros de agua. Por otro lado, se realizaron ensayos en campo y verificación en condiciones controladas (casa de vegetación), aplicando el herbicida glifosato para seleccionar materiales resistentes al producto mencionado, obteniéndose dos genotipos de soja resistentes al glifosato, en las dosis recomendadas por el fabricante. En el marco del presente programa de mejoramiento fueron obtenidos varios materiales tolerantes a la sequía y resistentes al glifosato, los que se encuentran en proceso de evaluaciones, confirmando la efectividad del uso de técnicas nucleares para obtener variedades con alto valor productivo.

Palabras clave: *Cobalto-60, Estreses abiótico y bióticos, Glycine max, Mejoramiento genético, Tecnología nuclear*

Selección de mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) tolerantes a sequía en campo durante dos épocas secas en Costa Rica

Juan Felix Arguello Delgado^{1*}, Orozco Rodríguez¹, R., Fernández Acuña¹, A., Madriz¹
Martínez, M¹

¹Universidad Nacional de Costa Rica, Programa BIOVERFI, Costa Rica

*Correo electrónico: juan.arguello.delgado@una.cr

El objetivo de este estudio fue seleccionar mutantes candidatos de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad CR5272 tolerantes a sequía en campo. Los experimentos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Jiménez Núñez del INTA Costa Rica, en Cañas, Guanacaste, durante la época seca del 2017-2018 y 2018-2019. La primera época del experimento consistió de tres parcelas, una testigo (con agua) y una testigo (sin agua), ambas de 120 m² con semilla sin irradiar y un área experimental de 971 m² con semilla M₂. Para la segunda época, el testigo con agua y sin agua tuvieron un área de 135 m² y el área experimental fue de 438 m² y utilizando semilla M₃, para ambos periodos la semilla se irradió con 300 Gy y se utilizó semilla de la variedad CR5272 en todos los casos. El manejo agronómico para ambos ensayos se llevó a cabo siguiendo los lineamientos para semilla comercial en arroz inundado desarrollado por el INTA. El estrés por sequía consistió en eliminar el agua de riego en su totalidad a las parcelas testigo sin agua y a la parcela experimental por un periodo de 35 días para la primera época y 40 días para la segunda época, periodo que cubrió desde la fase de floración a la cosecha. Se utilizó un *FieldScout TDR 350 Soil* para monitorear el porcentaje de humedad en el suelo. Los mínimos de humedad en el suelo fueron 19% y 13% para el primero y segundo ensayo respectivamente. Preliminarmente se seleccionaron en la primera época seca 52 mutantes candidatos y en la segunda 35, a ambos grupos y para cada planta se les determinó el porcentaje de esterilidad y el peso de 100 semillas. El porcentaje de esterilidad y el peso de 100 semillas de la parcela testigo con agua de la primera época fue de 13,9% y 1,88 g respectivamente, en el testigo sin agua la esterilidad fue de 76,4% y el peso de 100 semillas fue de 0,61 g. Para la segunda época el porcentaje de esterilidad y el peso de 100 semillas para el testigo con agua fue de 16,4% y 1,9 g respectivamente, el testigo sin agua tubo una esterilidad de 33,1 % y un peso de 100 semillas de 1,7g. En total se seleccionaron 20 mutantes candidatos, 10 en cada época y el criterio de selección para el primer ensayo fue que la esterilidad fuera menor a 50% y en el segundo que la esterilidad fuera menor a 33,1%. Con respecto al peso de 100 semillas el criterio de selección en ambas épocas fue que todos los mutantes superaran al testigo sin agua y que al menos presentaran un 50% del peso respecto al testigo con agua. La selección de mutantes de arroz tolerantes a sequía en campo utilizando la inducción de mutaciones es posible y representa un método de mejora para enfrentar el cambio climático en la región.

Palabras clave: *Déficit hídrico, Humedad de suelo, Irradiación gamma, Mutantes, Variedad CR5272*

Variabilidad genética en el cultivo de arroz en Panamá por mutación inducida con rayos gamma.

Evelyn Itzel Quirós McIntire^{1*}, Víctor Camargo García¹

¹ *IDIAP, CIARG, Panamá*

**Correo electrónico: evelynitzel26@gmail.com*

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en busca de aumentar la variabilidad genética inducida por mutaciones participa dentro del Proyecto RLA/5/068 “Aumento del rendimiento y el potencial comercial de los cultivos de importancia económica (ARCAL CL)”. Con el objetivo de generar de líneas avanzadas con tolerancia a altas temperaturas y patógenos para la mejora genética del cultivo de arroz. Utiliza la variedad IDIAP 38 como donante y tres dosis de radiación gamma Cobalto-60 (300, 350 y 400 Gy), las cuales fueron seleccionadas dentro de un taller en el Instituto de Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en la provincia de Mayabeque, República de Cuba, en el año 2016. El manejo y selección de las poblaciones mutantes se realizó en parcelas experimentales con suelos de textura franco arenosa y con pH 5,8 en el Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP ubicado en el distrito de Penonomé, provincia de Coclé. Para una mejor metodología de trabajo, se determinó utilizar los mismos tratamientos por separado, fechas de siembra asociadas a las épocas de mayor presión de enfermedades (agosto a noviembre) para generar y seleccionar poblaciones mutantes tolerantes a patógenos y la época del año caracterizada por las altas temperaturas (enero a mayo) para generar y seleccionar poblaciones mutantes con tolerancia a altas temperaturas. Las selecciones iniciaron en agosto del año 2016 y se logró obtener M₁ (tolerancia a patógeno) por selección masal en cada tratamiento, cosechando una espiga por planta con preferencia de los hijos primarios, posteriormente se desgranaron y fueron debidamente conservadas. Posteriormente se seleccionaron poblaciones M₂, M₃ y M₄ con criterios como altura de la planta, ciclo vegetativo, hábito de crecimiento, forma de la panícula, llenado de grano en las panículas (menos presencia de granos vanos), manchado de grano con valores debajo de 4, presencia de enfermedades con valores menores de 4 en la escala de evaluación estándar del cultivo de arroz. Por otro lado, la selección masal M₁ (tolerancia a altas temperaturas) inicio en febrero del año 2017, utilizando los mismos criterios de selección de la población M₄. Para el año 2019, las poblaciones M₄ obtenidas para altas temperaturas y para tolerancia a patógenos se establecieron dentro de un vivero de observación en ocho localidades a nivel nacional que representan las principales zonas arroceras, donde fueron evaluadas por su reacción a las enfermedades y otras características agronómicas.

Palabras clave: *Arroz, Selección masal, Poblaciones M4, Radiación gamma, Tolerancia a altas temperaturas y patógenos*

Expresión de genes de tolerancia a sequía en plantas radio inducidas de bananas (Musa AAA cv “Pineo Gigante”)

Elba Vallejo^{1*}, Iselen Trujillo², Efraín Salazar¹, Claudia Jiménez¹, Harry Betancourt³, José Israel Méndez³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA

²Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez UNESR

³Universidad de Carabobo UC

*Correo electrónico: vallejoelba@gmail.com

La obtención de nuevos genotipos de bananas (*Musa* AAA cv “Pineo Gigante”) tolerantes a sequía, favorecerá a pequeños y medianos productores en la zona Central de Venezuela; a medida que se incrementa los efectos del cambio climático en este cultivo con altos requerimientos hídricos. En la actualidad se cuenta con clones de musáceas que exhiben una respuesta diferencial a la sequía, pero no se conocen las diferencias genómicas entre los genotipos susceptibles y los tolerantes, ya que no se han identificados genes relacionados con la tolerancia a sequía que puedan ser usados como marcadores genéticos para la selección de materiales mejorados. Es importante caracterizar genéticamente los materiales irradiados tolerantes y materiales parentales no irradiados. El objetivo del presente trabajo fue el estudiar la expresión de genes de tolerancia a sequía en plantas radio inducidos de bananos *Musa* AAA cv “Pineo Gigante”. Para ello, se aislaron los ARNs totales mediante lisis con tampón CTAB 2 % y precipitación con alcohol. Se tomaron muestras foliares de plantas de banano irradiadas y no irradiadas a los 0, 1, 2, 3 y 4 días sometidas a condiciones de estrés hídrico en condiciones invernadero. Como control se tomaron el mismo tipo de muestras en plantas sometidas constantemente a riego bajo condiciones de invernadero. Se realizó la transcripción reversa de la fracción de ARN mensajeros (ARNm), mediante el uso de cebadores oligo dt como secuencia complementaria al extremo poliadenilado de todo ARNm eucariota. Se analizaron los genes de sequía: DREB2A, proteína que funciona como factor de transcripción para tolerancia a estrés hídrico inducida por sequía; DREB 1A, proteína que funciona como factor de transcripción tolerancia a estrés hídrico inducida por frío; ARS, proteína de tolerancia a estrés relacionada con el ácido abscísico ABA; 18sRNA, proteína que funciona como gen de referencia; RD29B, proteína hidrofílica relacionada con la respuesta de tolerancia a sequía; MPASR, proteína de tolerancia a estrés relacionada con el ABA aislada de *Musa paradisiaca*; se utilizó como control negativo ADN de ave extraído de gallinas *Gallus domesticus*, y como control positivo un ADN extraído de Caraotas *Phaseolus vulgaris*. En los resultados obtenidos, el gen utilizado como referencia se mantuvo estable en todas las muestras vegetales, la expresión de los genes de sequía se incrementó gradualmente a medida que transcurría los días con déficit hídrico. Solo hubo la expresión de los genes de sequía DREB 2A y ASR en las plantas irradiadas de bananos; estos genes están asociada a una activación temprana de los mecanismos de respuesta, que están relacionado con ABA ante el estrés hídrico. Se evidenció que estos genes se expresan más rápido y con mayor intensidad, existiendo una diferencia notable entre las plantas irradiadas y las plantas no irradiadas. También permitió establecer los protocolos para el estudio de la expresión de genes de tolerancia a sequía en Musáceas.

Palabras clave: ASR, DREB 2A, Expresión genética, Musaceas, Tolerancia a sequía

Estandarización de un medio de cultivo para la obtención de plántulas a partir del cultivo *in vitro* de meristemos de *Solanum phureja* mutante flor blanca.

Cindy Lorena Baracaldo Huertas¹, Daniela Velasco Triana¹, Luis Armando Quevedo Cárdenas^{1*}

¹*Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.*

Correo electrónico: laquevedo@correo.udistrital.edu.co

Actualmente la papa es uno de los alimentos de mayor interés comercial, ocupa el cuarto puesto de importancia en la escala alimenticia, luego de cultivos como el maíz, el arroz y el trigo. En Colombia, la papa criolla (*Solanum phureja*) es una especie altamente cultivada, sin embargo, presenta dificultades durante el desarrollo del cultivo, principalmente por su vulnerabilidad a las variaciones climáticas, enfermedades y, particularmente la ausencia en el periodo de reposo (dormancia) en época de postcosecha. Debido a su importancia agrícola, se han evaluado procesos biotecnológicos que aceleren, mejoren y garanticen la producción de esta hortaliza, siendo el cultivo *in vitro* una estas técnicas. El objetivo de este trabajo fue estandarizar un medio de cultivo para la obtención de plántulas mutantes de papa criolla (*Solanum phureja*-mutante flor blanca), obtenidas a través de la irradiación con cobalto-60, buscando una mutación que extienda el periodo de latencia. Para ello se prepararon medios de cultivo MS enriquecidos con AIA (2uM), Kinetina (2uM), Kinetina:AIA en una proporción 2:1 (2uM cada uno), y un tratamiento control. Los meristemos fueron extraídos de plantas cultivadas bajo condiciones de invernadero en el municipio del Rosal (Vía Subachoque, km 16 en Cundinamarca, Colombia), y sembrados *in vitro* durante dos meses. Los resultados obtenidos fueron analizados bajo un diseño completo al azar utilizando el estadístico de comparación de medias de Tukey; observando que las plántulas con mejores características (en términos de longitud, presencia de raíz y número de hojas) fueron las obtenidas con el medio enriquecido con AIA. Se concluyó que *Solanum phureja* mutante flor blanca reacciona mejor en condiciones *in vitro* enriquecidas sólo con auxinas, que empleando hormonas como Kinetina, o una combinación de fitohormonas.

Palabras clave: *Cobalto-60, Cultivo in vitro, Dormancia, Mutantes, Solanum phureja*

Tratamiento de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) con radiación gamma para el control de esporas fúngicas

María Cuesta Plúa¹, Andrés Proaño Yucaza², Patricia Garrido Haro³, Luis Ramos Guerrero³, Marco Sinche Serra¹, Paul Vargas Jentsch^{1*}

¹Departamento de Ciencias Nucleares, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

²Proyecto de Reactivación del Café y Cacao Nacional Fino de Aroma, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador

³Centro de Investigación de Alimentos (CIAL), Universidad Tecnológica Equinoccial UTE, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: paul.vargas@epn.edu.ec

El cacao es uno de los productos agrícolas primarios de exportación más importantes para el Ecuador. La contaminación por hongos en el cacao puede degradar su calidad y comprometer su inocuidad, especialmente por la potencial presencia de micotoxinas. Esta investigación tuvo como objetivo estudiar el control de la germinación de esporas fúngicas en granos de cacao fermentados y secos, mediante el tratamiento con radiación gamma. Para este propósito, se aisló el hongo de mayor crecimiento en granos de cacao, se lo caracterizó morfológicamente, se determinó la curva de mortalidad del microorganismo y se evaluó la influencia de la dosis de radiación (0,00; 0,30; 0,45; 1,00; 2,00 y 3,00 kGy) sobre las propiedades bromatológicas, el perfil sensorial y la actividad antioxidante. Se trabajó con las dos principales variedades de cacao que comercializa el país, CCN-51 y Nacional. La curva de mortalidad se construyó a partir de las esporas sobrevivientes en función de la dosis aplicada. La irradiación se llevó a cabo con una fuente de Cobalto-60. Las almendras de cacao fueron trituradas y empacadas en fundas plásticas previo al análisis bromatológico, el cual se realizó según las metodologías descritas por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC). El análisis sensorial fue realizado por la “Consultora en Postcosecha y Calidad de Cacao-Rosa Pérez Pisa” y se evaluaron los atributos de sabor y aroma: floral, frutal, almendra o nuez, cacao, ácido, amargo, astringencia, moho o tierra, intensidad del aroma, sobrefermento o podrido, rancio e intensidad general. La actividad antioxidante se determinó por los métodos del 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•) y del ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico (ABTS•+). Se determinó que el hongo aislado fue el mismo para ambas variedades y correspondió a *Lichtheimia ramosa*. La dosis de reducción decimal fue de 0,96 kGy. En general, la radiación no tuvo una influencia significativa sobre las propiedades bromatológicas ni en los atributos de sabor y aroma en el licor de cacao, con excepción del sabor a tierra, el cual disminuyó en ambas variedades. La actividad antioxidante por el ensayo ABTS para la variedad CCN-51 aumentó hasta 1,00 kGy y en adelante presentó un decremento; con la variedad Nacional, aumentó únicamente a 0,45 y 1,00 kGy. Los valores resultantes del ensayo DPPH aumentaron significativamente a todas las dosis de estudio para la variedad CCN-51, mientras que disminuyeron para la variedad Nacional. En función de lo anterior, se estableció que las mejores dosis serían de 0,96 y 0,45 kGy para las variedades CCN-51 y Nacional, respectivamente. Los resultados sugieren que el tratamiento de granos de cacao con irradiación gamma permitiría un mejor control de contaminación fúngica, sin perjudicar sus propiedades.

Palabras clave: *Análisis sensorial, Cacao CCN-51, Cacao Nacional, Lichtheimia ramosa, Irradiación gamma*

Mutaciones inducidas en plantas cultivadas en Argentina: mutantes de interés científico y agronómico

Alejandra Landau¹, Vanina Brizuela¹, Franco Lencina¹, M. Elizabeth Petterson¹, Valeria Etchart¹, Araceli García¹, Susana Costoya¹, M. Gabriela Pacheco¹, Daniel G. Díaz¹, Alberto R. Prina¹

¹Instituto de Genética “Ewald A. Favret” (IGEAF), INTA, Buenos Aires, Argentina

*Correo electrónico: landau.alejandra@inta.gob.ar

El uso de técnicas de mutaciones inducidas (TMI) en el IGEAF data del año 1949. El primer logro de relevancia comercial correspondió a la mutante de *Arachis hypogaea* Maní “Colorado Irradiado”, una variedad distinguida por su elevado rendimiento y cantidad de aceite, que llegó a ocupar más del 80 % del área sembrada en el país (280.000 ha) durante los años 70. Otros logros lo constituyeron el *Citrus x limon* Limón Eureka 22 INTA y la *Citrus x sinensis* Naranja Valencia 2 INTA. Además, en el IGEAF se aislaron y caracterizaron numerosas mutantes novedosas de cebada, en caracteres tan variados como el comportamiento cromosómico, la laxitud en la toma de los patrones de desarrollo, la sensibilidad de las raíces a gradientes de oxígeno y, especialmente, mutantes de genética inestable capaces de originar *per se* nueva variabilidad heredable. Entre éstas últimas, la mejor caracterizada corresponde al gen mutador de cloroplastos de la cebada (*cpm*), que constituye un material experimental excepcional para la obtención de variabilidad genética en el plastoma. A su vez, a partir del *cpm* se aislaron mutantes originales de interés agronómico y científico como: la primera cebada tolerante a herbicidas del grupo de las triazinas, la primera mutante en plantas superiores del gen *infA* (iniciador de la traducción plastídica), y una mutante sensible a alta temperatura del gen plastídico *ycf3*, involucrado en el ensamblaje del fotosistema I. Por otro lado, en trigo se desarrollaron protocolos de selección de mutantes tolerantes a sequía, y hoy se cuenta con líneas avanzadas promisorias. Además, se aisló un alelo mutante del gen de la acetohidroxiácido sintasa (AHAS) que confiere tolerancia a herbicidas del grupo de las imidazolinonas. En este último caso, se siguieron dos estrategias para incrementar la tolerancia conferida por el alelo mutante aislado sobre el cv INTA-Elite: 1) aplicación de nuevos tratamientos mutagénicos y 2) incorporación del alelo mutante a otros fondos genéticos mediante cruzamientos. La segunda estrategia fue más exitosa, observándose un mayor grado de tolerancia en algunas de las progenies segregantes en las que no se vio asociada a pérdida de vigor cuando no se aplica el herbicida (*yield penalty* o *yield drag*). Esto es un dato relevante para el logro de un grado de tolerancia apropiada para su uso en el cultivo, ya que ha sido comúnmente observado que el incremento de la tolerancia en trigo pan en base a incorporar dos alelos del gen AHAS conlleva a una baja del rendimiento. Además de lo antedicho en cebada y trigo, se interactuó con numerosos programas de mejoramiento de otros cultivos. En el caso del programa de INTA de mejoramiento de *Oryza sativa* Arroz se logró aislar cinco alelos mutantes que confieren tolerancia a imidazolinonas. Es de destacar, que variedades que portan uno de estos alelos se han difundido en aproximadamente 70 % del área de arroz irrigado de Latinoamérica. En colaboración con el programa de mejoramiento de *Gossypium hirsutum* Algodón, se logró obtener una mutante tolerante a imidazolinonas muy promisorias para el desarrollo de variedades comerciales, y una mutante de morfología piramidal que cambia la posición de las hojas, la cual se considera de utilidad para ser cultivada en surco estrecho. Recientemente, se están iniciando nuevas líneas para aplicar TMI en maní y *Lens culinaris* Lenteja.

Palabras clave: Genes mutadores, Imidazolininas, Mutaciones inducidas, Tolerancia a herbicidas, Tolerancia a sequía

Induced mutation technique to the development of cultivars with tolerance to herbicides

Alexander De Andrade¹, Augusto Tulmann-Neto¹, Adriana Pereira, Rubens Marschalek¹, Klaus Konrad Scheuermann¹, Ester Wickert¹, and José Alberto Noldin¹*

¹*Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Brasil*

**Correo electrónico: alexanderandrade@epagri.sc.gov.br*

The Epagri's rice breeding program has been working since 1985 in collaboration with the Center of Nuclear Energy in Agriculture (CENA/USP) for the development of new cultivars through mutation with gamma rays. The partnership allowed the development of two mutant rice cultivars SCS114 and SCS118. These mutant cultivars showed good resistance to lodging, high yield potential and long grains with good quality. Weeds are considered the major constraints to obtain high yield in paddy rice production systems. Weed control has become a difficult task in commercial rice fields in Southern Brazil, mainly due to the increasing occurrence of herbicide-resistant (HR) species. One of the main limiting factors in irrigated rice fields is weedy rice (*O. sativa* L.) infestation, also known as red rice, which can severely infest rice fields due to its close genetic relationship to commercial rice. The use of herbicide resistant rice cultivars may improve weed control, reducing costs and labor. The HR Clearfield rice technology using imidazolinone herbicides has proved to be an effective method for the selective control of weedy rice infestations in rice crop. The continuous use of the Clearfield technology has selected resistant weedy rice populations. The development of HR rice cultivars with different mechanism of action is an alternative strategy for managing weedy rice-resistant populations in rice fields. The herbicides inhibiting acetyl-coenzyme A carboxylase (ACCase) are very effective to control grass weeds including weedy-rice in paddy rice production systems. ACCase inhibitors affect the enzyme by blocking fatty acid biosynthesis resulting in plant death. Through induced mutation of rice seeds with gamma rays, rice lines resistant to APPs were developed. Plant dose-response assays confirmed the resistance to the APPs herbicides quizalofop-p-ethyl and haloxyfop-p-methyl. The carboxyl-transferase (CT) domain fragments of ACCase from the resistant line and the susceptible control were sequenced and compared. Results indicated that herbicide resistance in rice is conferred by a single point mutation resulting in an amino acid substitution of the carboxyl transferase domain of ACCase. A point mutation was detected in the amino acid position 2027. This substitution confers resistance more than 70 times to APPs herbicide in Epagri's rice lines. APPs resistant rice provides an option to improve the efficiency of weed management in the rice crop. The practical development of the trait for weed control in rice based on the application of FOP's type herbicides is now possible. Previously, this herbicide had no application in rice because they would injury rice plants. Any of the rice lines described is suitable to be developed into a rice cultivar or hybrid and used in commercial rice production as a weed control method. The resistant trait was demonstrated to be fully heritable allowing for breeding and development.

Palabras clave: *ACCase inhibitors, Acetyl-CoA carboxylase, Gamma rays, Haloxyfop-p-methyl, Quizalofop-p-ethyl*

Mejoramiento genético de cebada (*Hordeum vulgare* L.) mediante la inducción de mutaciones con rayos gamma

Javier Garófalo¹*, Luis Ponce-Molina¹, Patricio Noroña¹, Diego Campaña¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

*Correo electrónico: javier.garofalo@iniap.gob.ec

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Ecuador después del maíz, es el cereal de más amplia distribución, ubicándose entre los 2400 y 3500 m.s.n.m., con una superficie de 10124 hectáreas y una producción de 13674 toneladas. La cebada puede utilizarse como machica (harina de cebada tostada) y el arroz de cebada (cebada perlada partida), y es uno de los principales rubros dentro de la canasta básica familiar de la sierra. Existen factores que limitan su producción, entre ellos, la falta de acceso a nuevas tecnologías, como variedades mejoradas. El Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, utiliza dentro del esquema de mejoramiento la inducción de mutaciones para la generación de variedades. En el año 2007, a través del proyecto ECU/5/023 financiado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) se irradió semilla de cebada de INIAP-Cañicapa 2003 y Rita Pelada, a dosis de 0, 100, 150, 200 y 250 grays, con el objetivo de bajar altura y reducir el acamado de la planta. Para la irradiación se utilizó rayos gamma de un irradiador tipo 1, con fuente de Cobalto 60, perteneciente al Subsecretaría de Control de Aplicaciones Nucleares (SCAN). En las pruebas de dosimetría se determinó el porcentaje de germinación ($\bar{x}=53,8\%$), altura de planta ($\bar{x}=8,3$ cm) y vigor (\bar{x} =Bueno), en campo. La dosis letal media (DL50) determinada fue de 200 grays y la dosis óptima 150 grays. En el año 2008, se irradiaron semillas con dosis de 150 y 200 grays, estas semillas M₁ fueron sembradas en campo, observándose efectos clorofilicos (albinas, xanthas, striatas, entre otros). De la M₁ se seleccionaron las espigas principales de las plantas y se sembró espiga por surco en la M₂. En la M₂ se seleccionaron los individuos que presentaron características agronómicas deseables (reducción de altura y tolerante al acame) y fueron llevadas a M₃ a parcelas individuales. Con el proyecto RLA/5/068, en las poblaciones M₃ a la M₇, se realizaron selección masal. En M₇ se seleccionaron 12 líneas, en las cuales se determinó tolerancia a la acidez. Adicionalmente, se realizaron ensayos de rendimiento durante tres años en campos experimentales y evaluaciones participativas en campo de agricultores durante un año. Durante el proceso se han seleccionado tres líneas promisorias de cebada con potencial para ser liberadas como variedad.

Palabras clave: Cobalto-60, Inducción de mutaciones, Mejoramiento genético, Rayos gamma, Tolerancia

Generación de líneas avanzadas de trigo (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) tolerantes a incrementos de temperatura (2 °C), mediante la inducción de mutaciones por radiación gamma

*Sergio Ahumada Flores¹, Luz Rayda Gómez Pando², Fannie Isela Parra Cota³, Eulogio de la Cruz Torres⁴, Cesar Daniel Petrolí⁵, Sergio de los Santos Villalobos¹**

¹*Instituto Tecnológico de Sonora, México*

²*Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú*

³*Campo Experimental Norman E. Borlaug INIFAP, México*

⁴*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México*

⁵*CIMMYT-Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México*

**Correo electrónico: sergio.delossantos@itson.edu.mx*

A nivel mundial, el trigo es uno de los cereales más utilizados en la alimentación humana; en México este cereal ocupa el segundo lugar después del maíz. Sin embargo, su productividad se ve afectada negativamente debido al incremento de la temperatura, disminuyendo aproximadamente un 10 % por el incremento de cada 1 °C. Por lo tanto, la producción de trigo demanda la generación de nuevos cultivares con la capacidad de tolerar los incrementos de temperatura pronosticados para años futuros, bajo el escenario del cambio climático. En el presente trabajo, las dosis estudiadas en el ensayo de radiosensibilidad fueron de 0 a 600 Gy, mientras que en el experimento de campo se evaluaron las dosis de 100, 200 y 300 Gy. Las semillas (M₀) de trigo se irradiaron usando Cobalto-60, la generación M₁ se sembraron en el ciclo 2016-2017, evaluando el porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia y altura de la planta; así, el material colectado de la generación M₂ se expuso al clorotalonil de acuerdo a la norma NOM-EM-001-FITO-1994, y se sembró durante el ciclo 2017-2018 para la identificación mutantes clorofilicos y el desarrollo de germoplasma para la generación M₃. En el experimento de campo y prueba de radiosensibilidad del material de la generación M₁, el porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia y altura de la planta fueron negativamente afectados por las dosis de rayos gamma utilizadas, obteniendo en la prueba de dosimetría una dosis letal media (DL50) de 433,88 Gy. Además, se encontraron catorce tipos diferentes de mutantes clorofilicos en la generación M₂, tales como: Albina, Antocianina, Clorina, Maculata, Tigrina, Striata, Viridis, Viridoalbina, Alboviridis, Xantha, Xanthviridis, Xanthalba, Viridoxantha y Orange stem, los cuales no tienen algún valor económico debido a su naturaleza letal, sin embargo, pueden ser de gran ayuda para identificar la dosis efectiva de un mutágeno, lo que aumentará la variabilidad y la cantidad de mutantes útiles. Por otra parte, diversos mutantes agronómicos fueron identificados, tales como: mutantes tardíos, de mayor altura, con enanismo, cerosos, con tricomas y distintas morfologías en la espiga, los cuales pueden utilizarse como fuente de genes promisorios en programas de fitomejoramiento. El material M₃ recolectado se indujo a estrés térmico (+4 °C) desplazando la fecha de siembra de noviembre 2018 a marzo 2019, y se evaluaron los rendimientos de 259 líneas obtenidas de la generación M₄, mediante el número de macollos, tamaño de espiga, peso kernel y peso hectolítrico en comparación al control bajo condiciones de estrés y condiciones normales. Lo anterior permitió identificar 43 líneas con rendimientos mayores al 15 %, 22 líneas con rendimientos entre 5 y 15 %, y mutantes de carácter agronómico utilizando 170 unidades de nitrógeno y 2 riegos.

Palabras clave: *Cobalto-60, Estrés térmico, Fitomejoramiento, Radiosensibilidad, Rayos gamma*

Mejoramiento genético de la tolerancia al calor de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) mediante inducción de mutaciones

Luz Gómez-Pando^{1*}, Denisse Deza-Montoya¹, Martha Ibañez-Tremolada¹

¹Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

*Correo electrónico: luzgomez@lamolina.edu.pe

El reconocimiento del valor nutritivo y agronómico de la quinua (*Chenopodium quinoa*) a nivel global determinó una creciente demanda que condujo al crecimiento de la superficie cultivada y su introducción a nuevas zonas de cultivo determinándose algunos factores de orden agronómico, biótico y climático que limitan el desarrollo de este cultivo. En el Perú su introducción y siembras de verano en la costa peruana mostraron su baja tolerancia al calor o temperaturas superiores a los 25 °C en los estados fenológicos de floración a grano lechoso. La quinua es una alternativa valiosa para las zonas marginales de la costa con terrenos salinizados y con limitada disponibilidad de agua. Considerando lo arriba señalado se inició un programa de mejora genética empleando inducción de mutaciones y la variedad Amarilla de Maranganí con buen potencial de rendimiento. Las semillas secas se irradiaron con rayos gamma con las dosis de 150 y 250 gray (Gy). El manejo de la población M₁, M₂ y M₃ se realizó siguiendo los protocolos establecidos. En la generación M₃ se evaluó la tolerancia al calor en condiciones de campo en la Costa Central y en siembras de verano. En la Generación M₄ y M₅ se evaluaron características agronómicas y de calidad. Las evaluaciones en la M₄ mostraron reducción en la germinación, supervivencia y reducción de la longitud de los tallos y raíces de plántulas con el incremento de la dosis. En la generación M₂, se observaron mutaciones en hojas cotiledonales (deformación de lámina, múltiples hojas, fasciación, pigmentación); en el tallo (color, ramificación, color de estrías, sin pigmentación de axilas); en las hojas verdaderas (borde de hojas y número de hojas) y en la inflorescencia (tipo y densidad). Se tuvo un espectro similar de mutaciones con ambas dosis, siendo el número de mutantes y la frecuencia mayor en la dosis de 250 Gy. Se observó un patrón similar en los tipos de mutación en la generación M₂ y generación M₃, con valores de frecuencia ligeramente superiores para casi todos los caracteres mutados en la generación M₂.

Palabras clave: *Inducción de mutaciones, Mejora genética, Rayos gamma, Tolerancia al calor, Salinidad de suelo*

Generación de mutantes de papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad “Superchola” con resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), mediante exposición a radiaciones ionizantes gamma

María Villavicencio¹, Jorge Rivadeneira^{2*}, Jacqueline Benítez³, Xavier Cuesta²

¹Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, Quito, Ecuador

³Ex-funcionaria del INIAP

*Correo electrónico: jorge.rivadeneira@iniap.gob.ec

Con el objetivo de generar mutantes de papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad Superchola, con resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), mediante radiaciones ionizantes gamma en el laboratorio de cultivos de tejidos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Para la inducción de mutaciones se irradiaron explantes provenientes tanto de yemas axilares como apicales de plantas de papa in vitro de 45 días de crecimiento. Los explantes fueron colocados en cajas Petri con agua desionizada estéril, el proceso de irradiación se efectuó con una fuente de cobalto-60, perteneciente al Departamento de Ciencias Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional. Los explantes fueron sometidos a 20, 40, 60, 80 y 100 Gy para determinar la dosis óptima, mediante la evaluación del porcentaje de sobrevivencia de los explantes a los 45 días después de haber sido sembrados en medio básico de cultivo Musashige&Skoog. La dosis óptima de irradiación para explantes provenientes de yemas aplicables fue de 35 Gy y para explantes de yemas axilares fue de 30 Gy. Se realizaron tres micropropagaciones sucesivas para generar y estabilizar las mutaciones. Los individuos seleccionados como mutantes sólidos, que correspondieron al 75 % originados de yemas apicales (1319 mutantes) y el 69 % originados de yemas axilares (2145 mutantes). Los mutantes sólidos se inocularon con una suspensión de $0,5 \times 10^4$ zoospora ml^{-1} de inóculo de *P. infestans*. Después de 8 días las plantas fueron evaluadas para *P. infestans*. El 80 % de plantas de origen axilar y el 62 % de origen apical mostraron reacción de susceptibilidad con el inóculo de *P. infestans*. El porcentaje de mutantes sólidos que mostraron reacción de resistencia al inóculo de *P. infestans* fue reducido en relación a la población inicial, el 20 % de mutantes fueron resistentes de origen axilar y 38 % de mutantes de origen apical. En conclusión, se seleccionaron 938 mutantes con resistencia *P. infestans*.

Palabras clave: Cobalto-60, Explantes, Inóculo, Micropropagaciones, Mutantes sólidos

Efecto de bajas dosis de radiación gamma sobre el crecimiento y desarrollo de semillas de *Eucalyptus nitens*.

Daniel Villegas Nassar¹, Doris Ly, Oscar Duran^{1*}

¹*Comisión Chilena de Energía Nuclear, CCHEN, Santiago, Chile*

**Correo electrónico: daniel.villegas@cchen.cl*

A partir del concepto de hormesis, término que describe el fenómeno en el cual bajas dosis de un agente tóxico estimulan respuestas positivas, y del efecto de estimulador de dosis acotadas de radiación sobre diversas respuestas en algunas especies vegetales se acuñó el concepto radio-hormesis como aquel efecto positivo de bajas dosis de radiación sobre el crecimiento y/o desarrollo de un individuo. En línea con este concepto la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), en colaboración con el Instituto Forestal de Chile (INFOR) están llevando a cabo un proyecto para evaluar el efecto de bajas dosis de radiación gamma sobre la germinación y crecimiento y desarrollo de semillas de especies forestales. Dada su relevancia para el sector se está trabajando con semillas de *Eucalyptus nitens*, las cuales han sido irradiadas con dosis crecientes de radiación gamma provenientes de una fuente cerrada de cobalto-60 entre 0 y 200 gray (Gy) y evaluadas para determinar DL50 y potencia germinativa. Los resultados muestran que la aplicación de radiación, en intervalos de 20 Gy no tiene efecto significativo en la potencia germinativa de las semillas hasta los 100 Gy. Sobre este valor ocurre una disminución de la germinación hasta llegar a valores bajo el 50 % cuando se sobrepasan los 160 Gy (DL50). A partir de estos resultados preliminares se está evaluando el efecto de dosis inferiores (hasta 100 Gy) en parámetros de germinación y crecimiento inicial de esta especie los cuales se complementarán con análisis a nivel fisiológico, metabólico y molecular con el objetivo de caracterizar la respuesta radio hormética de esta especie. Dicho proyecto se enmarca dentro de la intención de establecer un laboratorio de radio-biología vegetal en CCHEN que amplíe a otras especies tanto del sector forestal como del sector agrícola la búsqueda de una estrategia novedosa, basada en el uso de técnicas nucleares, para poder mejorar la adaptabilidad de especies vegetales a los efectos del cambio climático.

Palabras clave: *Adaptabilidad, Eucalyptus nitens, Cambio Climático, Cobalto-60, Radio-hormesis*

Medidas de seguridad radiológica para el uso y aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria agroalimentaria

Juan Miguel Olalla Pilco¹

¹*Asociación Ecuatoriana de Radio Protección AERP, Quito, Ecuador*

Correo electrónico: radioprotección@aerpecuador.org

De manera general, el uso de las radiaciones ionizantes está presente en la medicina, industria, agricultura, docencia e investigación, constituyéndose en una herramienta importante que permite realizar determinadas tareas de una forma más rápida, eficaz y a un coste menor del que supondría la utilización de otros métodos alternativos. Mientras que, la aplicación de las radiaciones ionizantes tiene su origen en la interacción de esta radiación con la materia y sus consecuencias. Específicamente, en la industria agroalimentaria, el uso de las radiaciones ionizantes ha desempeñado un papel importante incluyendo aspectos tan diferentes como la investigación o la eliminación de plagas. En este caso, las radiaciones ionizantes se usan por ejemplo para: determinar la eficacia en la absorción de los abonos por las plantas y optimizar la fijación biológica del nitrógeno, optimizar los recursos hídricos, desarrollar variedades de cultivo con propiedades ventajosas para la agricultura mediante la inducción de mutaciones empleando técnicas de irradiación, la lucha contra plagas de insectos y la prolongación del periodo de conservación de los alimentos, entre otras aplicaciones. Para ello, es importante socializar y analizar los principios fundamentales y las medidas de seguridad radiológica que debemos cumplir con la finalidad de proteger al personal ocupacionalmente expuesto, público y medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes; ya que, la exposición en exceso a estas radiaciones puede dar lugar a la aparición de ciertos efectos perjudiciales para la salud.

Palabras clave: *Agricultura, Alimentos, Inducción de mutaciones, Radiaciones ionizantes, Seguridad radiológica*

Tecnologías para la irradiación de alimentos

José Andrés Ramos Neacato¹, Carlos Gabriel Araujo Criollo¹

¹*Genelekta S.A., Quito, Ecuador*

Correo electrónico: Jose.andres@genelekta.com

En 2011 la FAO estimó que un tercio de la producción de alimento se perdía o desperdiciaba, por lo que es necesario buscar mecanismos que contribuyan a la conservación de alimentos y este es uno de los tantos beneficios que puede aportar la irradiación de alimentos. Existen diferentes tipos de tecnologías de irradiación y cada una de ellas posee sus ventajas y sus desventajas por lo que es importante determinar la tecnología que mejor se adapta a las necesidades. Las radiaciones ionizantes y no ionizantes son parte integral de la naturaleza y están presentes continuamente en nuestro entorno. La radiación no ionizante la podemos encontrar en la luz visible, las ondas de radio AM y FM, en hornos de microondas, en la señal de televisión, en nuestros dispositivos móviles, en el fuego de nuestras estufas y en muchas otras fuentes naturales y artificiales. Las radiaciones ionizantes son radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia. Es decir, poseen suficiente energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas para separar o cambiar la composición atómica de la materia. Podemos encontrar radiación ionizante en los Rayos-X médicos, en la luz solar, en elementos radiactivos en la tierra, en los rayos cósmicos que llegan de lejanas galaxias, en una planta de energía nuclear, entre otras aplicaciones y de forma natural. El acelerador de electrones es una tecnología mediante la cual se genera radiación ionizante utilizando energía eléctrica como su principal base de funcionamiento. El sistema posee un emisor de electrones llamado filamento de tungsteno que al ser calentado aporta con electrones libres a un sistema electromagnético, los electrones inician una secuencia de movimiento mediante electromagnetismo acelerándolos hasta alcanzar el 99,9 % de la velocidad de la luz, en cada interacción del equipo, dotándolos de energía cinética que al alcanzar una velocidad establecida. La partícula posee tanta energía que si llegase a chocar con una molécula esta será ionizada cambiando su estructura. Esta tecnología permite activar y desactivar la generación de radiación ionizante lo que se entiende como un mejor control de la misma disminuyendo el riesgo de exposición no deseada. La irradiación mediante fuentes radiactivas selladas se basa en el uso de isótopos como emisor de radiación ionizante encapsulados de tal forma que se evite el escape del material radiactivo al ambiente. Esta tecnología emite radiación ionizante continuamente por lo que su principal ventaja es bajo costo de mantenimiento y un tiempo de operación que puede ser continuo de 24 horas, 365 días del año. Un irradiador multipropósito es un edificio especialmente construido o adecuado para contener fuentes generadoras de radiación ionizantes con el objetivo de irradiar diversos productos con fines de investigación e industriales, asegurando el bienestar de los trabajadores y el público en general. Es una poderosa herramienta para la industria y la ciencia. Nos permite mediante la irradiación de alimentos, eliminar todos los patógenos, bacterias, hongos e insectos. Nos entrega una protección para garantizar la salud fitosanitaria. Extiende en dos hasta tres veces la vida útil de perecibles como flores, especias, frutas, verduras, cárnicos, mariscos, etc. No produce cambio en el sabor o apariencia de los alimentos y elimina la necesidad de utilizar químicos preservantes y pesticidas.

Palabras clave: *Agroindustria, Irradiador, Radiación Ionizante, Salud fitosanitaria, Tecnologías de irradiación*

Extensión de la vida útil de papa chaucha amarilla (*Solanum phureja*) y cebolla perla (*Allium cepa* L.) mediante irradiación gamma

Francisco Salgado Torres¹, Erika Ruiz Ramos², Eddy Anguisaca Totasig², Marco Sinche Serra^{1*}

¹Departamento de Ciencias Nucleares, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

²Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: marco.sinche@epn.edu.ec

Entre las aplicaciones de la irradiación de alimentos con dosis bajas se encuentra la inhibición de la germinación en bulbos y tubérculos. La papa chaucha amarilla (*Solanum phureja*) y la cebolla perla (*Allium cepa* L.) poseen un alto potencial de exportación para el Ecuador, gracias a sus propiedades nutricionales, organolépticas y funcionales; sin embargo, su tiempo de vida postcosecha es reducido: de 2 a 3 meses y de 7 a 9 días, respectivamente. Esto dificulta su traslado y comercialización en mercados internacionales. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el tratamiento con irradiación gamma de ambos productos agrícolas, para extender su vida útil. Con respecto a la papa, se cosecharon tubérculos en un cultivo ubicado en la Provincia de Cotopaxi, a los cuales se limpió y colocó en sacos para su transporte al Laboratorio de Tecnología de Radiaciones de la Escuela Politécnica Nacional. El proceso de irradiación se llevó a cabo con una fuente de cobalto-60, luego de 1 o de 5 días desde la cosecha, con dosis entre 80 y 160 Gy. Se incluyó en el experimento un grupo de papas tratadas con clorprofam como referencia y un control que no tuvo ningún tratamiento. En las papas correspondientes al mejor tratamiento (dosis de 120 Gy, 5 días después de la cosecha), no se observaron brotes luego de 40 días de almacenamiento en condiciones ambientales (19 °C y 60 % de humedad relativa), y solamente se observó un 3 % de pudrición, En el tratamiento químico, existió un 8 % de pudrición y la brotación inició a los 25 días. En la muestra control, hubo un 7 % de pudrición y el apareamiento de brotes a los 6 días. En consecuencia, la vida útil de la papa chaucha amarilla fue extendida en aproximadamente 33 días. En cuanto a la cebolla, bulbos curados en campo o no curados fueron irradiados con dosis entre 50 y 200 Gy, y luego almacenados en refrigeración (6 °C y 70 % HR) o en condiciones ambientales por 180 días. Con el mejor tratamiento (curado, dosis de 50 Gy y almacenamiento refrigerado) se logró extender el tiempo de vida útil desde 75 días (control) hasta 135 días. Adicionalmente, se redujeron de manera significativa la pérdida de peso, la brotación y la pudrición de los bulbos. En todos los casos, el tratamiento con irradiación no alteró las propiedades nutricionales ni organolépticas de los productos. Estos resultados sugieren que la irradiación de bulbos y tubérculos es una alternativa válida para incrementar su vida útil, sin perjudicar su calidad.

Palabras clave: *Brotación, Clorprofam, Cobalto-60, Postcosecha, Radiaciones ionizantes*

Efecto de la irradiación gamma en las características físico-químicas de la papa (*Solanum tuberosum*) almacenada

Elena Villacrés^{1*}, Mishel Yanez^{1,2}, Trosky Yáñez²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. Quito, Ecuador

²Universidad Central del Ecuador –UCE-, Facultad de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: elena.villacres@iniap.gob.ec

En algunas variedades de papa la brotación es la primera causa de pérdida para los productores y comerciantes después de la cosecha, ya que se producen una serie de cambios físico-químicos que afectan la calidad para el consumo y para su uso como semilla. Con la brotación, se inicia una intensa evaporación del agua, lo que produce el arrugamiento y reducción del peso de los tubérculos. La irradiación supone una técnica efectiva para controlar la brotación, sin afectar las características nutricionales y sensoriales de la papa. Se trabajó con las siguientes variedades de papa: chaucha amarilla, ratona y superchola, cultivadas en la comunidad Wintza, parroquia Toacazo, provincia de Cotopaxi. La irradiación de los tubérculos se llevó a cabo en la Planta de irradiación del SCAN, MEER, ubicada en Alóag y los análisis en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina. La muestra global de cada variedad fue dividida en dos partes, una para el tratamiento de irradiación (120 Gy, 34.68 min) y otra sin irradiación, que se almacenaron separadamente en una cámara de maduración a 12 °C, 70% humedad relativa (HR) y en refrigeración (7°C , 70% HR). De los parámetros evaluados, se determinó una disminución del ácido ascórbico, almidón, humedad, intensidad respiratoria, diferencia del color de la piel y pulpa, mientras que la materia seca y los azúcares reductores aumentaron con el tiempo de almacenamiento a dos temperaturas y una misma humedad relativa (70%). La variedad superchola que recibió tratamiento de irradiación y fue almacenada a 12°C, 70% de humedad relativa, experimentó menor pérdida de ácido ascórbico (40.88%), almidón (0.96%), intensidad respiratoria (2.82%) y cambio en el color de la pulpa (177.97%); no se observó la formación de brotes al cabo de 40 días de monitoreo de los tubérculos, también se registró un menor incremento de materia seca (23.94%) y azúcares reductores (55.68%). mientras que la variedad chaucha amarilla sin irradiación, almacenada a 12 °C, 70% HR resultó la variedad más perecible, con una durabilidad promedio de cinco días.

Palabras clave: *Ácido ascórbico, calidad nutricional, dormancia, durabilidad, intensidad respiratoria*

Irradiación gamma de carne molida como método para mejorar su calidad microbiológica

Edison Estévez¹, Marco Sinche Serra², Francisco Salgado Torres^{2*}

¹Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

²Departamento de Ciencias Nucleares, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: francisco.salgado@epn.edu.ec

Una de las principales causas de enfermedades gastrointestinales en el Ecuador es la ingesta de alimentos en malas condiciones sanitarias. En particular, la carne molida es un producto que presenta características favorables para el crecimiento de bacterias, puesto que tiene un alto contenido de humedad y de proteína, así como una gran área superficial sin tejido de protección, debido al proceso de molienda. El tratamiento con radiaciones ionizantes es una alternativa mediante la cual se puede disminuir la contaminación microbiana de la carne molida. En este proyecto se estudió el efecto de la irradiación gamma de una fuente de cobalto-60 sobre la carga microbiana de carne molida y se evaluaron las características de la carne resultante. En primer lugar, se realizó un análisis microbiológico de muestras de carne molida provenientes de distintos lugares de expendio ubicados en la ciudad de Quito, las cuales fueron mantenidas en refrigeración. Estas muestras fueron evaluadas microbiológicamente para identificar la de menor calidad con referencia a las normas sanitarias establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas de Alimentos (ICMSF). Las unidades experimentales fueron muestras de 0,5 kg de la carne molida seleccionada, empacadas en recipientes plásticos. Las dosis de irradiación evaluadas fueron 0 (control); 500; 750; 1000; 1250 y 1500 Gy. Este proceso se repitió por 9 semanas adicionales (n = 10). Luego de la irradiación se volvió a analizar la carga microbiana con el uso de placas *Petrifilm* según la Norma INEN 756 y el método AOAC 991.14 para análisis microbiológico de cárnicos y productos cárnicos. Además, se determinó la dosis de reducción decimal (D10). Por último, se hizo un análisis sensorial de hamburguesas preparadas con las muestras correspondientes al mejor tratamiento, con ayuda de un panel evaluador y se las comparó con hamburguesas preparadas con carne molida fresca no irradiada. Cada persona degustó 25 g de cada muestra y evaluó: apariencia, color, aroma, textura, sabor y jugosidad. En las muestras de carne seleccionadas para el estudio se detectó la presencia de *Escherichia coli* y coliformes totales en valores de $1,1 \times 10^4$ para los dos casos. El valor D10 encontrado para *E. coli* y coliformes totales fue de 380 Gy y la dosis óptima correspondió a 500 Gy. En la evaluación sensorial, ningún atributo de las hamburguesas preparadas con la carne irradiada con la dosis de 1500 Gy mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) con respecto a la muestra control. Además, las hamburguesas fueron calificadas en un nivel de aceptabilidad bueno. En consecuencia, la irradiación gamma de carne molida es un tratamiento que puede mejorar su calidad microbiológica sin afectar de manera significativa sus propiedades organolépticas.

Palabras clave: *Calidad microbiológica, Evaluación sensorial, Cobalto-60, Enterobacterias, Radiaciones ionizantes*

Selección de cultivares de tomate sometidas a radiaciones ionizantes, para tolerancia a *Begomovirus* y altas temperaturas

Jorge Jaén Villarreal^{*}, Ismael Camargo Buitrago¹, José Guerra Murillo¹

¹Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá – IDIAP, Panamá

^{*}Correo electrónico: jorgejaen02@gmail.com

El objetivo de esta investigación fue el de generar variabilidad genética para caracteres asociados con la tolerancia al *Begomovirus* y las altas temperaturas a través mutaciones inducidas con rayos gamma de cobalto-60. Las variables climáticas fueron tomadas de las estaciones de la red agroclimática del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). La presencia e identificación del *Begomovirus* se determinó mediante la técnica de PCR en las tres generaciones estudiadas. El estudio inició irradiando la variedad de tomate Idiap T-8 con rayos gamma de cobalto-60. Las semillas fueron sometidas a tres niveles de irradiación: 350, 450 y 550 Gy, determinándose tres poblaciones en función a la dosis de rayos gamma aplicadas. Los ensayos para las dos primeras generaciones fueron sembrados en el IDIAP en la Estación Experimental El Ejido, ubicada en la Región de Azuero, Panamá. Se midieron variables población relativa de *Bemisia tabaci*, la incidencia de la virosis, población, peso de frutos, diámetro de frutos, números de frutos por planta, brix, pH, hábito de crecimiento y firmeza. En la cosecha de la primera generación se obtuvieron valores promedios de 14, 16 y 14 frutos por planta, mientras que para el contenido de sólidos solubles se presentaron valores de 4,4; 4,3 y 4,1 para las dosis de 350, 450 y 550 Gy respectivamente. En la M₂, se seleccionaron 105 plantas que a pesar de estar infectadas con el virus presentaban buen rendimiento, con un número de frutos promedio de 33,8, mientras que el testigo presentó un menor número de frutos por planta con un promedio de 26. El brix presentó un valor promedio de 4,7 y el de pH de 4,3. El testigo presentó un valor de 5,2 de brix y 4,9 de pH. La tercera generación de este experimento se sembró el Campo Experimental La Villa del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero aprovechando la presión natural que existe en estas parcelas de la bacteria *Ralstonia solanacearum*, una de las principales limitantes de la producción de este cultivo en Panamá. Se seleccionaron 11 materiales con buenas características que superaron en rendimiento en promedio en 40 % al testigo Idiap T-8, igualmente presentan un brix promedio de 5,0 que está dentro de los indicadores que exigen las plantas de procesamiento industrial, el testigo presentó un brix de 4,6. En las tres generaciones se presentó el Virus del Mosaico Amarillo de la Papa de Panamá (PYMPV), al igual que las altas temperaturas, lo que permitió identificar líneas con alto rendimiento y con cierto grado de tolerancia a estas condiciones de estrés, permitiendo continuar con el proceso de selección.

Palabras clave: *Begomovirus*, Cobalto-60, Mosca blanca, Rayos gamma, Variabilidad genética

Análisis de la expresión del gen *cdpk7* y evaluación del gen *EIN2* en papa criolla *Solanum tuberosum* vf. *phureja*, irradiada con cobalto-60.

Daniela María Baracaldo Pinto¹, Elssy Lorena Sánchez Álvarez¹, Duver Alberto Martínez Pacavita¹, Luis Francisco Becerra G^{1*}

¹Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia

*Correo electrónico: lfbecerrag@udistrital.edu.co

En Colombia, las prácticas agrícolas se constituyen como una de las principales actividades económicas del país, donde el cultivo de papa corresponde a uno de los productos agrícolas de mayor exportación, posicionándolo como el cuarto cultivo de mayor consumo en el mundo gracias a su valor nutricional. La especie de estudio *Solanum tuberosum* vf. *phureja* “papa criolla variedad Colombia” presenta un porcentaje de producción entre 7 % y 10 % de la papa producida anualmente en este país, presentando una alta importancia agronómica debido a que contribuye al desarrollo interno y seguridad alimentaria del país. No obstante, su siembra es susceptible a cambios climáticos, problemas fitosanitarios, además, de presentar como principal desventaja en la postcosecha la ausencia de reposo del tubérculo, hecho que afecta su utilidad en condiciones ambientales distintas a las de su período de cosecha perjudicando su oferta, comercialización y consumo, lo que trae como consecuencia la inestabilidad del precio y venta en el mercado originando pérdidas en su calidad comercial. La presente investigación tuvo como finalidad la identificación de los genes, *cdpk7* (proteína quinasa dependiente de calcio isoforma 7) presente en tuberización y *ein2* (etileno insensible II) presente en la ruta del etileno e involucrado en el periodo de dormancia. Para esto, inicialmente se realizó el seguimiento del cultivo ubicado en la finca el pino en el municipio del Rosal km 16 vía Subachoque, Colombia. Con el fin, de tomar datos fenotípicos de 5 muestras de 121 familias de la séptima generación de un cultivo irradiado con dosis de 25 Gy con cobalto-60, discriminadas por cantidad de tubérculos, tamaño y peso, se realizó la extracción y cuantificación de ADN de muestras de hojas y tubérculos, para un posterior análisis mediante la técnica de PCR convencional. Lo anterior, permitió corroborar la presencia de los genes propuestos visualizándolos mediante electroforesis en gel de agarosa, de igual forma se realizó la evaluación de la expresión génica relativa y absoluta mediante RT-PCR del gen *cdpk7*, confirmando su presencia y encontrando que la expresión del gen de interés se encuentra en menor proporción en muestras tomadas en hojas con respecto a muestras tomadas de la zona meristemática del tubérculo. Con lo anterior, se propuso un modelo de la ruta de señalización que involucra los genes estudiados, evidenciando un aumento en la expresión de la cascada de señalización del etileno, por consiguiente, inhibición de la ruta del ABA, para lo cual se postula al gen *ein2* como gen regulador para posteriores estudios. Todo esto corroborado con las características fenotípicas presentes en el cultivo, evidencia mejoras en cuanto a rendimiento, tamaño y periodo de dormancia de los tubérculos, lo que demuestra el efecto de la radiación en el uso de fitomejoramiento del cultivo.

Palabras clave: ABA, Cobalto 60, Expresión de genes, Dormancia, PCR

Análisis de la expresión del gen *nced1* en tubérculos de *Solanum tuberosum* vf. *phureja*, (variedad criolla colombiana) irradiada con cobalto-60.

Edwin Daniel García Mejía¹, Nixon Oscar Parra Rodríguez¹, Luis Armando Quevedo Cárdenas¹, Luis Francisco Becerra G^{1*}

¹*Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia*

*Correo electrónico: lfbecerrag@udistrital.edu.co

La inducción artificial de diferentes dosis de radiaciones atómicas tiene un valor práctico en el mejoramiento de las especies útiles al hombre, mediante producción de efectos genéticos perdurables como mutaciones. Los tejidos del tubérculo de *S. tuberosum* presentan sensibilidad diferencial a las hormonas, cambiando según el tiempo transcurrido después de la cosecha. Múltiples fitohormonas han sido relacionadas con el ciclo de vida del tubérculo. ABA y el etileno se consideran inhibidores del crecimiento, destacándose en los procesos fisiológicos de latencia. Un paso clave regulado en la biosíntesis de ABA es catalizado por 9-cis epoxycarotenoide dioxigenasa (NCED). Por lo menos cuatro enzimas tipo NCED, contribuyen a la síntesis de ABA en el desarrollo de la semilla de *Arabidopsis thaliana*. En *Solanum tuberosum* se ha indagado sobre la expresión de genes implícitos en el metabolismo del ABA en diferentes tejidos del tubérculo luego de la cosecha, incluido el *nced1*. El objetivo de esta investigación fue comparar la expresión del gen *nced1* en meristemas de tubérculos de un cultivo de *S. tuberosum* grupo *Phureja*, sometido a radiación con cobalto-60, comparados con tubérculos de la misma variedad sin irradiar. Con fases de campo y laboratorio, se emplearon protocolos estandarizados de extracción de ácidos nucleicos (ADN-ARN), PCR, electroforesis y RT-PCR, con muestras de diferentes tratamientos. Los resultados obtenidos a partir del análisis de la expresión génica mediante un RT-PCR de cuantificación absoluta y relativa del gen *nced1*, indican que los tubérculos de papa criolla emergidos de ejemplares irradiadas (sexta generación), presentan mayores niveles de expresión respecto al control, lo que podría estar relacionado con la prolongación del estado de latencia de los tubérculos de cultivares experimentales durante el almacenamiento.

Palabras clave: *ABA, Enzimas, Latencia, Mutagénesis, Papa*

Identificación de plantas mutantes con resistencia a *Ascochyta* spp en una población de arveja (*Pisum sativum* L.) desarrollada con radiación gamma

Pablo Álvarez¹, Ángel Murillo^{2*}

¹Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador

²Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias – INIAP, Quito, Ecuador.

*Correo electrónico: angel.murillo@iniap.gob.ec

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) es afectado en forma severa por Ascoquitosis, (*Ascochyta* spp.), causando importantes pérdidas en el rendimiento. Para el control, los productores realizan aplicaciones con fungicidas, incrementando los costos de producción y disminuyendo la rentabilidad del cultivo. La mejor estrategia de control a largo plazo es el desarrollo de variedades con resistencia genética; sin embargo, el desarrollo de nuevas variedades con esa característica se ha visto obstaculizado por la falta de fuentes resistencia en el banco de germoplasma. La inducción de mutaciones mediante rayos gama es una alternativa del mejoramiento genético para generar y seleccionar plantas con resistencia a *Ascochyta* spp. El objetivo de la investigación fue evaluar fenotípicamente plantas de arveja provenientes de semillas irradiadas con rayos gamma, para identificar plantas resistentes a *Ascochyta* spp. La investigación se realizó en tres etapas: en la primera, se determinó la dosis óptima de radiación para inducir mutaciones (120 Gy). En la segunda etapa se irradiaron 30000 semillas de la variedad INIAP Liliana, las cuales fueron sembradas en campo (M₁), observándose disminución del porcentaje de emergencia, aparecimiento de plantas quiméricas y estériles. En la tercera etapa las semillas M₂ (semillas cosechadas de plantas M₁) fueron sembradas en campo en dos localidades junto a una población testigo, observándose plantas mutantes clorofilicas de las categorías albina, Xantha y Viridis. La frecuencia de mutaciones clorofilicas inducidas fue de 0,22 %. Los valores de la efectividad y eficiencia mutagénica, fueron de 0,0018 y 0,0169, respectivamente. Las plantas de esta generación fueron inoculadas en etapa de floración con aislamientos de *Ascochyta* sp., identificándose dos plantas con posible resistencia a este patógeno. Para confirmar la resistencia, las dos plantas fueron sembradas bajo invernadero e inoculadas con el patógeno, observándose susceptibilidad en las dos plantas. El uso de irradiación para mejoramiento genético a enfermedades requiere de un gran número de individuos en la población, mayor al utilizado en el presente estudio, considerando que la resistencia genética podría ser cuantitativa y existe una probabilidad muy baja que se dé un cambio simultáneo en esos genes.

Palabras clave: Cobalto-60, Eficiencia mutagénica, Mejoramiento genético, Poblaciones, Resistencia genética

Caracterización morfológica de plantas proveniente de yemas irradiadas de bananos *Musa* AAA seleccionados por su tolerancia al estrés hídrico

Elba Vallejo¹, Iselen Trujillo², [†]Efraín Salazar¹, Claudia Jiménez¹, Xiofran Álvarez, ¹ Rafael Utrera¹

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - INIA, Venezuela*

²*Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez – UNESR, Venezuela*

* *Correo electrónico: vallejoelba@gmail.com*

Los cultivos de banano y plátano (*Musa* spp.) representan el principal rubro frutal en el mundo, siendo una fuente de ingreso para los productores locales, además es atractivo para su comercialización por su sabor dulce y nutritivo. Sin embargo, estas variedades frutales son altamente susceptibles a diversos factores bióticos y abióticos, tales como la salinidad y la sequía, que provocan un déficit hídrico en la planta, y como consecuencia hay una disminución de los niveles de productividad de estos cultivos. En Venezuela los cultivos de *Musa* representan la mayor actividad frutícola del país, el sector de las musáceas ha presentado durante los últimos años una desaceleración de la actividad productiva debido a eventos atmosféricos, factores económicos y problemas fitosanitarios. Recientes investigaciones acerca del cambio climático, han justificado la necesidad de desarrollar variedades comerciales de banano adecuados para ambientes con poca disponibilidad de agua. Para poder ofrecer los posibles nuevos genotipos de bananos tolerantes a sequía es necesario caracterizarlos y diferenciarlos de los materiales susceptibles. La Unidad de Biotecnología Agrícola adscrita al INIA cuenta con plantas de bananos provenientes de yemas irradiadas. El objetivo de esta investigación fue caracterizar estas plantas en condiciones de campo que permita la selección de líneas promisorias tolerante a la sequía. La muestra fue una población MIV6 de *Musa* AAA cv Pineo Gigante, irradiada con rayos x a una intensidad 30 Gy; que sobrevivieron a una segunda presión de selección en umbráculo. Las plantas fueron sembradas en campo en el periodo de seco en el país. Se realizó una medición al momento trasplante y 45 días después de trasplante se realizaron mediciones con intervalo de 21 días, hasta que las plantas emitieron las bellotas. Se evaluaron variables morfológicas como: altura de planta (AP), grosor de seudotallo (GT) a los 10 cm y 100 cm; número de hojas (NH); números de hijos (NHI) y área foliar (AF). Los resultados obtenidos al evaluar las variables morfológicas, de plantas irradiadas y no irradiadas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudios. Las variables NH, AL y AF tuvieron diferencia significativa en las cinco evaluaciones realizadas. Las plantas de Pineo Gigante irradiadas presentaron mayor AL, NH y AF con respecto a las no irradiadas. Además, se observaron otros cambios fenotípicos en plantas irradiadas de *Musa* AAA cv Pineo Gigante tales como: plantas enanas, cambio en la filotaxia, coloración de hojas y proliferación excesiva de hijos. La caracterización morfológica de las plantas bananos *Musa* AAA cv Pineo Gigante irradiadas y no irradiadas en condiciones de campo permitió observar diferencias en cuanto a parámetros morfológicos los que permitió la selección de líneas promisorias tolerante a la sequía.

Palabras clave: *Caracterización morfológica, Musáceas, Tolerancia a sequía, Radiaciones inducidas, Yemas*

Establecimiento de una metodología en campo para la evaluación de la absorción de nitrógeno en mutantes promisorios de arroz (*Oryza sativa* L.) mediante la técnica isotópica con ^{15}N

Delgado-Delgado, V.^{1*}, Madriz-Martínez, M.¹, Orozco-Rodríguez, R.¹, Arguello-Delgado, J.¹, Fernández-Acuña A.¹.

¹*Universidad Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica*

**Correo electrónico: vivimdd27@gmail.com*

El objetivo de este ensayo fue establecer una metodología en campo para evaluar la eficiencia en el uso de la fertilización nitrogenada de mutantes promisorios de arroz (*Oryza sativa* L. var. CR5272), mediante la técnica isotópica con ^{15}N . Se realizó en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez del INTA en Cañas, Guanacaste, Costa Rica durante los meses de setiembre a diciembre de 2019. El material utilizado fueron cinco mutantes candidatos obtenidos como resultado de la irradiación de la semilla CR 5272, a una dosis de 300 Gy (cobalto-60). La estructura de los tratamientos fue bifactorial, donde el primer factor corresponde a los mutantes y una línea CR 5272 que es una línea sin irradiar que corresponde al testigo, el segundo corresponde a la fertilización nitrogenada (sin aplicar y la recomendada), la combinación de ambos factores da un total de doce tratamientos cada uno con tres replicas para un total de 36 parcelas experimentales. Las parcelas fueron distribuidas en bloques completos aleatorizados para minimizar el efecto de la variabilidad del suelo. Cada parcela experimental se demarcó con una lámina de metal galvanizado a una profundidad de 20 cm bajo la superficie y 25 cm sobre la superficie de suelo, esto para evitar el desplazamiento horizontal del nitrógeno marcado con ^{15}N ; además de una zona de amortiguamiento lateral de 1m^2 para cada unidad. El terreno se preparó con mecanización con rastra superficial, posterior se delimitó el área y se sembró el material. El establecimiento del cultivo fue por medio de trasplante a una distancia de $0,25\text{ m} \times 0,25\text{ m}$. La fertilización se realizó con base en el plan utilizado por la Estación Experimental: 150 kg h^{-1} a de nitrógeno, $29,47\text{ kg}$ de fósforo y $66,9\text{ kg}$ de potasio por hectárea. Las fuentes a utilizar fueron urea, fosfato monopotásico y cloruro de potasio. La fertilización nitrogenada se fraccionó en tres aplicaciones: a los 15 días después de la siembra (dds), a los 35 dds y a los 55 dds, a los 35 días se aplica la urea con el nitrógeno marcado, para aprovechar la curva de mayor absorción de nitrógeno por parte de la planta de arroz. Las aplicaciones de nitrógeno con urea marcada fueron al 2,5 % de exceso atómico (e.a.) de ^{15}N . Al completar la madurez fisiológica, se cosechó de manera manual las cuatro plantas centrales por parcela, separando el grano del follaje, posteriormente se llevó el material a secar en un horno para la molienda y análisis. Mediante el desarrollo de esta metodología se evidenció que es posible evaluar la eficiencia de absorción de nitrógeno para el cultivo de arroz bajo condiciones de campo, mediante el isotopo marcado ^{15}N , y de esta manera seleccionar materiales eficientes en el uso de nitrógeno.

Palabras clave: *CR5272, Irradiación, Mutantes, Nitrógeno, Técnica isotópica*

Durabilidad del brócoli (*Brassica oleracea*) tratado con irradiación gamma

Elena Villacrés¹, Estephanie Palacios^{1,2}, María Belén Quela¹, María José Andrade²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

²Universidad Tecnológica Equinoccial UTE, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: elena.villacres@iniap.gob.ec

La producción de brócoli (*Brassica oleracea*) en Ecuador se concentra en las provincias de Cotopaxi (68 %), Pichincha (16 %) e Imbabura (10 %). Su cosecha se realiza en estado inmaduro y al ser separado de la planta experimenta estrés severo, con afectación de la calidad sensorial, nutricional y comercial del producto. Este vegetal es muy perecible, su vida útil es de 3 a 4 semanas almacenado a 0 °C y 3 a 4 días almacenado a 20 °C. Opciones de tratamiento postcosecha como la aplicación de rayos gamma para alargar la vida útil es de interés de la industria alimenticia. Se evaluó el efecto de la irradiación gamma (120 Gy) en la durabilidad del brócoli almacenado a dos temperaturas. Las pellas de brócoli se clasificaron en cuatro grupos: (1) refrigerado no irradiado, (2) almacenado a temperatura ambiente no irradiado, (3) refrigerado irradiado y (4) almacenado a temperatura ambiente e irradiado. Las condiciones de almacenamiento fueron: 17 °C y 85 % de humedad relativa (HR) y 7 °C y 70 % HR (en refrigeración). Los cambios en la calidad fisicoquímica (color, humedad, pH, acidez, sólidos solubles, pérdida de peso, tasa de respiración) y calidad microbiológica (aerobios totales, mohos y levaduras) se evaluaron a 0, 4, 7, 11, 14, 18 y 21 días de almacenamiento utilizando un diseño completamente al azar con cuatro observaciones. En el producto almacenado a temperatura ambiente, la radiación gamma aceleró su proceso de senescencia, luego de 11 días, el producto perdió su calidad organoléptica y comercial, expresada en la degradación del color verde. La combinación de la irradiación y la refrigeración aumentó la durabilidad del brócoli 10 días con relación a las muestras que no recibieron irradiación y se almacenaron a temperatura ambiente. La irradiación gamma no produjo cambios significativos en el pH, acidez total, sólidos solubles y la tasa respiratoria del brócoli hasta los 21 días de almacenamiento a 7 °C. Sin embargo, el crecimiento de hongos y levaduras se detectó a partir de los 14 días de almacenamiento a 7 °C. La irradiación gamma es una técnica efectiva para prolongar la durabilidad del brócoli, sin embargo, los costos y la inexistencia de un irradiador industrial en el país limitan la masificación de esta tecnología a otros vegetales.

Palabras clave: *Conservación, Postcosecha, Radiación gamma, Refrigeración, Tecnología de alimentos*

Estandarización de un protocolo de embriogénesis somática en café (*Coffea arabica* L.) como paso previo a la inducción de mutaciones para generar genotipos con tolerancia a roya (*Hemileia vastatrix*)

Jenny Ángel Molina^{1*}, Gatica Arias, A.M.², Orellana Núñez, M.A.¹

¹Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador

²Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

*Correo electrónico: jenny.angel@ues.edu.sv

El género *Coffea* está representado por 103 especies entre las cuales se encuentra *arabica*, *canephora* y *liberica*. El Salvador presenta buena calidad de café; sin embargo, en el año 2012 fue afectado por la roya (*Hemileia vastatrix*) debido a su alto nivel de susceptibilidad. Por lo anterior se realizó la investigación en el laboratorio de Biotecnología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, sobre la embriogénesis somática en la variedad bourbon para la inducción a mutaciones utilizando rayos gamma en la búsqueda a la tolerancia a la roya, para lo cual se colectaron frutos de café fisiológicamente maduras en la cordillera Ilamatepec ubicada en la región occidental del país a una altitud de 900 msnm, Los frutos fueron despulpados en forma manual. Se tomó una muestra de 50 semillas para la prueba de germinación. A los dos meses se obtuvo un porcentaje de germinación del 40 %. El material de partida que se utilizó para el establecimiento de la embriogénesis somática fueron hojas jóvenes de plantas de 5 meses de edad; para ser introducidas al laboratorio, se realizó un protocolo de desinfección. Una vez realizado el protocolo se procedió a la disección de las hojas en segmentos de 1 cm² eliminando los bordes y vena central, los segmentos se inocularon en cada uno de los medios de cultivo denominados T1 y C20 con el lado abaxial hacia abajo. Posteriormente se llevaron al cuarto de crecimiento para su desarrollo bajo condiciones controladas, en oscuridad por un mes y una temperatura de 27 +/-2 °C. Transcurrido un mes, los explantes presentaron un callo de cicatrización color blanco estos se transfirieron a un medio de cultivo denominado proliferación de callos embriogénicos (T2), ésta etapa tuvo una duración de cinco meses y se realizaron cambios de medio cada 21 días; en ese tiempo los explantes con callo embriogénico y no embriogénico comenzaron a diferenciarse. Como respuesta al medio de cultivo se observó formación de los diferentes estadios: globular, corazón, torpedo. Los embriones formados fueron separados del callo y colocados en un medio de germinación. Al transcurso de los días los embriones formados comenzaron a presentar polaridad. Para las suspensiones celulares en 10 Erlenmeyer de 250 ml se vertieron 100 ml de medio de cultivo en estado líquido y dentro de cada frasco se inoculó 1 g de callo embriogénico y colocados en un *shaker*, con una agitación constante de 100 rpm por un periodo de 15 días, tiempo en el cual se observó un crecimiento celular. El protocolo validado permite la inducción de embriogénesis somática en café Bourbon de El Salvador.

Palabras clave: *Biotecnología, Bourbon, Cultivo de tejidos, Embriogénesis somática, Explantes*

“Girón 50”, nuevo mutante de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) tolerante a la sequía y altas temperaturas

María Caridad González Cepero^{1*}, Rodolfo Guillama Alonso¹, Dayné Horta Fernández¹

¹*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba*

**Correo electrónico: mcaridad9450@gmail.com*

El tomate es la hortaliza de mayor consumo en Cuba, sin embargo, su producción es afectada por diferentes factores bióticos y abióticos, por lo que no satisface la demanda de la población y se hace necesario obtener nuevas variedades de tomate tolerantes a estos factores estresantes. En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se desarrolló un programa de mejoramiento genético dirigido a obtener variedades de tomate tolerantes a la sequía y las altas temperaturas. Para ello se irradiaron semillas de la variedad cubana “Amalia” con dosis de 300 Gy de rayos gamma de cobalto-60 y se realizó la selección durante cuatro generaciones en condiciones de bajos suministros de agua y altas temperaturas. Se seleccionaron un grupo de mutantes de alto potencial productivo y entre ellos el mutante “Girón 50”, siendo el más seleccionado por los productores en las ferias de diversidad realizadas anualmente. Este mutante se ha introducido en varias provincias del país con excelentes resultados y un rendimiento estimado de 42 t ha⁻¹, lo que confirma la factibilidad de empleo de la inducción de mutaciones en los programas de mejoramiento en el cultivo del tomate.

Palabras clave: *Estrés hídrico, Mejoramiento genético, Mutaciones, Tomate, Rayos gamma*

Validación de un sistema hidropónico para la selección de plantas mutantes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

Alexis Fernández A¹.*, Madriz, Martínez, M¹, Arguello¹, Delgado, J¹., Orozco, Rodríguez, R¹.

¹Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias, Costa Rica

*Correo electrónico: alexis.fernandez.acuna@una.cr

El objetivo de este trabajo fue validar el uso de un sistema hidropónico en ensayos de selección de mutantes candidatos de arroz (*Oryza sativa* L.) en el programa de Biotecnología vegetal y recursos fitogenéticos (BIOVERFI). La confección del sistema tuvo lugar en la Finca Experimental Santa Lucía durante el año 2017. Corresponde a un sistema tipo raíz flotante sin retorno y sin aireación donde las raíces del arroz se encuentran en contacto directo con la solución nutritiva. Se utilizó la solución propuesta por el IRRI Yoshida (1973) específica para el cultivo de arroz con una conductividad eléctrica (CE) de 1,17 dS m⁻¹ y pH entre 5,0 y 6,0. Para la confección se utilizaron cajas plásticas de 73 cm de largo, 42,5 cm de ancho y 19,5 cm de altura, un tanque de polipropileno de 450 l de capacidad, tubería de polietileno y policloruro de vinilo (PVC). Se utilizaron 4 diferentes soportes de plantas, compuestos de láminas de estereofón de 1,5 pulgadas de grosor y adaptadas a las dimensiones de las cajas. Las distancias de siembra varían dependiendo de la cantidad de macollas de cada planta. El manejo agronómico se realizó cambiando por completo la solución nutritiva cada tres días debido a que el pH tiende a acidificarse por el proceso de enriquecimiento de protones H⁺ que ocurre después del cuarto día en uso. El sistema ha sido utilizado en diferentes ensayos de arroz donde se ha modificado la conductividad eléctrica para la selección de mutantes candidatos tolerantes a salinidad, la concentración de nitrógeno para selección de mutantes candidatos eficientes con baja fertilización nitrogenada, la recuperación de mutantes candidatos seleccionados en ensayos de sequía y para el incremento de semilla de mutantes valiosos. La implementación del sistema hidropónico llevado a cabo por la Universidad Nacional de Costa Rica ha permitido exitosamente el desarrollo de ensayos de selección de mutantes candidatos y multiplicación de semilla en el cultivo de arroz.

Palabras clave: *Biotecnología, Mutantes candidatos, Macronutrientes, Sistema hidropónico, Solución Yoshida*

Eficiencia en la fertilización nitrogenada para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en Panamá

José Ezequiel Villarreal Núñez^{1*}, Luís Barahona Amores¹, Jhon Villalaz Pérez¹

¹*Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá – IDIAP, Panamá*

*Correo electrónico: jvillalaz14@gmail.com

La técnica de dilución isotópica permite identificar el origen de un nutriente en la planta, por ejemplo, el nitrógeno (N) derivado del fertilizante del total de N absorbido. El arroz constituye el alimento básico en la dieta de los panameños con un consumo per cápita de 70 kg por persona al año, siendo el mayor de Centroamérica. El objetivo de la investigación fue aumentar el rendimiento del cultivo de arroz plantado bajo el sistema de secano en Panamá mediante el manejo eficiente de la fertilización nitrogenada y monitoreo de la humedad del suelo. El experimento se realizó en los terrenos del Centro de Investigación Agropecuaria de Divisa del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en un suelo franco arcillo arenoso perteneciente al orden inceptisol. Constó de cinco tratamientos y cuatro réplicas en un diseño de bloques completos al azar, utilizando parcelas de 10 m² (5 x 2 m). Se mantuvo constante la dosis de fósforo y potasio (80 kg ha⁻¹) y se aplicaron cinco tratamientos de N consistentes en dosis de: 0; 50; 100; 150 y 200 kg ha⁻¹. Se utilizó la variedad de arroz IDIAP FL 72-17 con una densidad de siembra de 130 kg ha⁻¹. Como fuente de N se utilizó urea al 46 %, 0-30-0-40 Ca-10SiO₂ y 0-0-60 como fuentes de fósforo y potasio, respectivamente. Como trazador se utilizó urea marcada con ¹⁵N al 3 % en exceso, aplicado en forma fraccionada a los 20, 35 y 55 días después de germinado el cultivo en tres subparcelas de 1 m². El N total se determinó por medio de análisis Kjeldahl en el Laboratorio de Suelos del IDIAP. En el caso del ¹⁵N se enviaron muestras de follaje y grano al laboratorio de isótopos de la Universidad de la Florida. Los tres mayores tratamientos produjeron mayor peso de biomasa y fueron similares estadísticamente. El tratamiento 100 kg de N ha⁻¹ produjo el mayor rendimiento de grano (7,344 kg ha⁻¹) aunque no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero sí con el testigo. La eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado (EUFN) fue mayor con el tratamiento de 100 kg de N ha⁻¹ (40 %) y la menor eficiencia se observó con el tratamiento de 200 kg de N ha⁻¹ (22 %). La dosis óptima se determinó en 82 kg de N ha⁻¹. Cada kg de N aplicado produjo 73 kg de grano (14 kg de N por tonelada de grano). En el tratamiento de 100 kg de N ha⁻¹ el 31 % del N aplicado permaneció en el suelo, 31% fue absorbido por la planta y 38% se perdió por volatilización. La humedad del suelo se monitoreó y se mantuvo por arriba de la capacidad de campo el 80 % del tiempo durante el ciclo del cultivo, teniendo dos periodos de alta saturación al primordio floral y llenado de grano que no afectaron significativamente el rendimiento de grano. La técnica de la dilución isotópica demuestra ser eficaz para estudiar la eficiencia del uso de fertilizantes nitrogenados.

Palabras clave: *Dilución isotópica, IDIAP FL 72-17 Isótopos estables, Nitrógeno, Rendimiento de grano*

Mejora genética de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var CICA-UNSAC por inducción de mutaciones

Luz Gomez-Pando^{1*}, Diego Yarango- Gutierrez¹, Martha Ibañez-Tremolada¹

¹Facultad de Agronomía- Universidad Nacional Agraria La Molina La Molina, Lima, Perú

*Correo electrónico: luzgomez@lamolina.edu.pe

La Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una alternativa valiosa para zonas marginales y problemas de desnutrición. La inducción de mutaciones es una metodología de fitomejoramiento que permite cambiar algunas características de los cultivos preservando la valiosa combinación acumulada durante siglos en material original de la zona. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo mejorar la variedad comercial CICA- UNASAC con buen potencial de rendimiento, pero tardía y muy alta. Las semillas secas se irradiaron con rayos gamma a dosis de 350, 400 y 450 Gy. La sensibilidad a la radiación gamma se evaluó mediante la germinación, la supervivencia de las plántulas, la longitud de los tallos y la longitud de la raíz de plántulas en la Generación M₁. En la generación M₂ se estableció el espectro y la frecuencia de las mutaciones. En la generación M₃, se realizaron pruebas de progenie para determinar la herencia de cambios o mutaciones probables observadas en la generación M₂. Durante la generación M₄ a M₆ se evaluaron los caracteres agronómicos. Los resultados observados en la generación M₁ mostraron el efecto negativo de la radiación con el incremento de las dosis sobre la germinación, la supervivencia, la longitud de los tallos y la raíz de las plántulas. En la generación M₂, se observaron mutaciones en características morfológicas y fisiológicas con las siguientes frecuencias de mutación para: pubescencia del tallo (0,33 %), color del tallo (0,89 %), ramificación del tallo (0,21 %), color de las estrías del tallo (0,07 %), pubescencia de la hoja (0,27 %), color de la hoja (0,26 %), manchas de la hoja (0,46 %), forma de la hoja (0,19 %), márgenes de la hoja (0,42 %), venas pigmentadas (0,37 %), pecíolo pigmentado (0,54 %), inflorescencia forma (0,11 %), densidad de inflorescencia (0,19 %), posición de inflorescencia (0,04 %), color de inflorescencia (0,04 %), reducción de la altura de la planta (0,09 %), incremento de la altura de la planta (0,15 %) y precocidad (0,02 %). En la generación M₃, se observaron en general mutaciones similares y con una mayor frecuencia, para todas las características mutadas. La evaluación agronómica de las líneas mutantes M₄ a M₆, permitió seleccionar líneas mutantes como CICA 54, CICA -71, CICA- 108 y CICA-146 con 3042,8 kg ha⁻¹; 3011,1 kg ha⁻¹; 3040,6 kg ha⁻¹ y 3053,9 kg ha⁻¹; respectivamente, similares o superiores al material parental que rindió 2873 kg ha⁻¹. Adicionalmente, se identificó un mutante de mayor precocidad como CICA-71 con 59 días a la floración y 118 días a la maduración comparada con el testigo con 62 días a la floración y 123 días a la maduración y un mutante de menor altura CICA-54 con 140 cm comparado con el testigo con 180 cm de altura de planta.

Palabras clave: *Amaranto, Fitomejoramiento, Inducción de mutaciones, Líneas mutantes, Radiación gamma*

Radiosensibilidad de centeno (*Secale cereale*) a la radiación gamma y determinación de la dosis mutagénica

Luis Soralez Cubas¹, Denisse Deza-Montoya¹, Martha Ibañez-Tremolada¹, Diego Zamudio Ayala¹, Luz Gómez-Pando^{1*}

¹*Facultad de Agronomía-Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú*

**Correo electrónico. luzgomez@lamolina.edu.pe*

El centeno (*Secale cereale*) es un cereal reconocido por su tolerancia a factores climáticos adversos. En Perú el centeno se cultiva en zonas marginales de la sierra por su mayor tolerancia al frío y su capacidad de producir en suelos pobres y su proteína de mejor calidad que la del trigo, por lo que puede ser una alternativa adicional para solucionar los problemas ocasionados por el cambio climático. Las pocas variedades que se siembran son tradicionales muy altas y tardías. El objetivo de la presente investigación fue desarrollar nuevos genotipos con características mejoradas empleando la inducción de mutaciones. Semillas secas de centeno variedad "Sorom" con 12 % de humedad se irradiaron con rayos gamma con las dosis de 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy y 300 Gy. La población generada fue evaluada durante cuatro generaciones (M₁ a M₄) en condiciones de La Molina. En la generación M₁ se observó una reducción significativa en supervivencia con el incremento de la dosis de 90,3 %; 73,0 %; 60,7 %; 10,0 % y 5,3 % para las dosis de 0 (testigo), 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy y 300 Gy, respectivamente. En la generación M₂ se evaluaron 37.036 plantas para la dosis de 150 Gy y 30.509 plantas para la dosis de 150 Gy. En estas poblaciones se identificaron mutaciones de clorofila (albina, clorina, estriata, tigrina, xanta, lutescens y albo-viridis) y antocianina. En la dosis de 100 Gy se observó una mayor predominancia de mutaciones clorofílicas de tipo lutescens (0.000351010) y albo viridis (0.000243007). Para la dosis de 150 Gy se apreció una mayor frecuencia de mutación clorofílica tipo chlorina (0.000557213) y lutescens (0.000131109). Las mutaciones de antocianina fueron iguales a 5.40015×10^{-5} para la dosis de 100 Gy y de 0.000131109 para la dosis de 150 Gy. Adicionalmente se identificaron mutantes candidatos precoces en ambas dosis con una frecuencia de 0.000567016 con 100 Gy y 0.002196073 con 150 Gy y modificaciones en la morfología de la espiga como son espigas ramificadas, longitud de entrenudo y longitud de arista. La frecuencia de mutación para la ramificación de la espiga fue igual a 0.004590128 para 100 Gy y de 0.003343276 para 150 Gy. El incremento en la longitud de entrenudo alcanzo una frecuencia de 0.006210174 para 100 Gy y de 0.029827264 para 150 Gy. Para longitud de arista se observó reducción en una frecuencia de 0.006399179 para 100 Gy y de 0.006399179 para 150 Gray. En la Generación M₃ se encontró los mismos tipos de mutaciones reportadas en la Generación M₂. Las mutaciones de espigas ramificadas, espigas bifurcadas, espigas con entrenudo largo, espigas largas fueron encontradas en ambas dosis con una frecuencia de 0,343218012; 0,038440417; 0,04667765 y 0,021965953, respectivamente para la dosis de 100 Gy; y 0,397215397; 0,049140049; 0,038902539 y 0,006142506, respectivamente para la dosis de 150 Gy en la Generación M₃. De este material genético se seleccionaron plantas con mayor potencial de rendimiento.

Palabras clave: *Centeno, Genotipos, Inducción de mutaciones, Radiación gamma, Selección*

Determinación de las condiciones adecuadas de pretratamiento frío y la dosis óptima de radiación gamma para el cultivo *in vitro* de micrósporas de maíz

Víctor Almeida¹, Jacqueline Benítez¹, Eduardo Morillo^{1*}, Santiago Meneses¹, Carlos Yáñez¹

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

*Correo electrónico: eduardo.morillo@iniap.gob.ec

En este estudio se evaluaron los efectos de la viabilidad *in vitro* de las micrósporas de maíz la variedad de libre polinización INIAP-101 y el híbrido INIAP-601 en: *i*) la duración del pretratamiento en frío, *ii*) el medio de inducción, y; *iii*) la exposición a diferentes dosis de radiación gamma. Los resultados obtenidos indican que para estas dos cultivares de maíz, el máximo tiempo de pretratamiento en frío (7 °C), en medio MMA resultó de 7 días. Así mismo, se determinó que el mayor tiempo de exposición a bajas temperaturas causa un deceso de 65 a 70 % de las micrósporas. Al evaluar la viabilidad de las micrósporas aisladas en medio de inducción YP modificado durante un periodo de 7 días, se comprobó que el porcentaje de viabilidad era muy bajo; pero al añadir PEG 4000 al 21 % en el medio se observó que la viabilidad de las micrósporas aumentó considerablemente lográndose observar incluso respuestas androgénicas. Finalmente se determinó la viabilidad de micrósporas durante un periodo de evaluación de siete días en diferentes dosis de radiación gamma con cobalto-60, estableciéndose una dosis óptima de radiación de 15 Gy en estos dos cultivares.

Palabras clave: *Cobalto-60, Cultivares de maíz, Cultivo in vitro, Irradiación gamma, Micrósporas*

Mejora genética por mutaciones en cultivos de importancia para la Sierra Ecuatoriana

Luis Ponce-Molina^{1*}, Javier Garófalo¹, José Luis Zambrano¹, Carlos Yáñez¹, Ángel Murillo¹

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

*Correo electrónico: luis.ponce@iniap.gob.ec

Los Programas de Mejoramiento de Cereales, Maíz y Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP empezaron a trabajar con la técnica de mutaciones inducidas entre el 2006 y el 2010 con el propósito de generar nueva variabilidad genética en cultivos de importancia económica para la Sierra ecuatoriana: cebada (*Hordeum vulgare* L.), maíz (*Zea mays* L.), lenteja (*Lens culinaris* M.) y arveja (*Pisum sativum* L.). La inducción de mutaciones se realizó empleando fuentes físicas de irradiación, específicamente cobalto-60. La respuesta a esta técnica de mejoramiento depende de diversos factores entre ellos: la especie, la variedad, el tipo de semilla y las condiciones del material irradiado. Para el caso de cebada y lenteja se irradiaron semillas, entre tanto que para maíz se irradió polen. Los objetivos fueron diversos, entre los más importantes, generar germoplasma resistente a enfermedades, mejorar características agronómicas, productividad y de calidad. El primer paso fue la determinación de la dosis letal media (DL50) para cada uno de los cultivos, es así que se determinó que para maíz la DL50 es 17 Gy y que la dosis óptima (DO) de irradiación para polen es 15 Gy. En cebada se determinó que la DL50 es 200 Gy y que la DO es de 150 Gy, generándose materiales con características agronómicas deseables para porte, tipo de paja y fácil trilla. Además, en arveja se determinó la DL50 en 150 Gy y la DO en 120 Gy, y se generó germoplasma de porte bajo con resistencia a enfermedades de importancia económica en este cultivo. La energía nuclear es una herramienta muy útil para la generación de variabilidad genética a través de mutaciones y por ende la mejora de características fenotípicas y genotípicas. El INIAP cuentan con germoplasma avanzado generado a través de mutaciones inducidas que forman parte de los Programas de Mejoramiento para estos cultivos.

Palabras clave: *Cereales, Cobalto-60, Leguminosas, Germoplasma resistente, Variabilidad genética*

Respuesta in vitro de *Oriza sativa* (cultivar L9) a azida de sodio, DMSO y carbón activado

Dorian González Castillo¹, Mayte Molina Camacho¹, Jorge A. Huete-Pérez^{1*}

¹Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua

*Correo electrónico: jorgehuete@uca.edu.ni

Nicaragua tiene dificultades en la producción de alimentos lo que causa graves problemas de pobreza y desnutrición principalmente en el área rural. Esta situación se ve agravada por los efectos del cambio climático y el crecimiento de la población. Según informaciones del Banco Central de Nicaragua, el arroz es uno de los cuatro cultivos agrícolas de mayor consumo interno, contrastando con sus bajos rendimientos de 3,45 toneladas por hectárea en el ciclo agrícola 2017-2018. Con el fin de mejorar la productividad del arroz y su adaptación al estrés biótico y abiótico, con especial énfasis a tolerancia a sequía en Nicaragua, generamos nuevas poblaciones por medio de la inducción de mutaciones con Azida de Sodio (AZ) y DMSO. Así mismo aceleramos el desarrollo radicular de las plántulas in vitro con Carbón Activado (CA) para una transición heterótrofa-autótrofa más efectiva al momento del trasplante. Evaluamos la germinación a los 7 y 14 días después de la siembra (dds) de semillas de arroz expuestas a diferentes agentes mutagénicos, que contenían cuatro concentraciones de AZ (1 mM, 3 mM, 5 mM y 7 mM) en combinación o no con DMSO al 20 % por dos horas. A su vez medimos el desarrollo radicular de las plántulas en medios de regeneración conteniendo las sales de Morashigue y Skoog (MS) a fuerza total con y sin carbón activado a una concentración de 2,5 g l⁻¹ a los 21 dds. Las diferentes concentraciones de AZ redujeron en aproximadamente un 50 % la germinación con respecto al testigo, varias plántulas presentaron albinismo, enanismo o elongación excesiva del mesocotilo, sin embargo, no mostraron diferencia significativa entre sí. La adición de DMSO al 20 % mostró diferencias respecto al tratamiento sin DMSO, resultando la germinación en 60,54 % con AZ y 43,24% con AZ + DMSO en relación al testigo. Las pruebas de adición de CA al medio de regeneración mostraron mejoría en cuanto al desarrollo radicular, ambos medios estaban compuestos por fuerza total de las sales MS, Kinetina a 2.50 g l⁻¹, ANA a 0,10 g l⁻¹, maltosa a 30 g l⁻¹ y con pH 5,8; el medio sin CA obtuvo como media de la longitud de la raíz más prominente 0.94 cm y el medio con 2.5 g l⁻¹ de CA obtuvo una media de 5,38 cm para la misma variable; ambos tratamientos tuvieron un fotoperiodo de 16 horas luz a 6000 lux y 8 horas oscuridad, a temperatura de 26±1 °C. En el primer experimento evaluamos la respuesta a diferentes dosis de AZ no encontrando variación en cuanto al porcentaje de germinación. Sin embargo, la adición de DMSO que es conocido por sus características de estabilizador, penetrador y transportador sí mostró variaciones en la reducción de la germinación, lo que puede indicar que su adición beneficia al aumento de la frecuencia mutagénica por daño del embrión. Esto permite una capacidad germinativa cercana a la dosis letal media (DL50) requerida en los procesos de inducción de mutaciones. Mayores análisis con diferentes variables son necesarias para discernir otros tratamientos luego de este primer acercamiento a la inducción de mutaciones del cultivar L9 en arroz. Resultado de los daños provocados al embrión, no siempre se logra el desarrollo de un adecuado sistema radicular en preparación al momento del trasplante. La adición de CA logró solucionar esta dificultad.

Palabras clave: *Agentes mutagénicos, Arroz, Cultivo de Tejidos, DMSO, Mutaciones Inducidas*

Inducción de mutaciones por rayos X en plantas ornamentales nativas de Argentina

Verónica Bugallo^{1,2*}, Paula Bologna¹, Gabriela Facciuto¹, Mariana Perez de la Torre¹, Vanina Brizuela³, Alberto Raúl Prina³, Alejandra Landau³

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA, Instituto de Floricultura, Buenos Aires, Argentina

²Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

³INTA, Instituto de Genética “Ewald A. Favret”, Buenos Aires, Argentina

*Correos electrónico: bugallo.veronica@inta.gob.ar

Las técnicas de mutaciones inducidas (TMI) son ideales para ser aplicadas en programas de mejoramiento de plantas ornamentales. El mejoramiento genético de plantas ornamentales tiene como objetivo modificar características de las flores como color, tamaño, morfología, fragancia, entre otros. Con el objetivo de obtener variedades de plantas ornamentales de especies nativas de Argentina se utilizaron las TMI mediante rayos X. Los primeros ensayos consistieron en una evaluación de dosis incrementales de rayos X para determinar la dosis letal 50 (DL50). Las irradiaciones se aplicaron sobre esquejes enraizados de los géneros *Calibrachoa* y *Mecardonia* y semillas de *Salvia* con un equipo generador de rayos X de tipo industrial a 120 kV y 15 mA. Los resultados de la aplicación a estacas de un híbrido selecto de *Calibrachoa* permitieron estimar una DL50 de 24 Gy. Se realizaron dos tipos de tratamientos, uno de ellos fue la aplicación completa de la dosis DL50 (24 Gy), y otro fue fraccionado, dividiendo la DL50 en tres dosis de 8 Gy por semana. Ambos tratamientos resultaron efectivos en la obtención de nuevos fenotipos, sin embargo, se obtuvo una mayor proporción de mutantes en el tratamiento fraccionado. Los individuos mutantes mostraron flores con formas, tamaños y colores diferentes de las del híbrido original. Los mismos fueron incorporados como parentales al esquema de cruzamientos en el plan de mejoramiento. En el género *Mecardonia* se irradiaron esquejes enraizados de las variedades “Poty Amarilla INTA” y “Guaraní Amarilla INTA” y se determinó que la DL50 fue de 120 Gy. La aplicación de esta dosis dio como resultado, entre otras, modificaciones en la forma de la flor. En el género *Salvia* se trataron semillas de la especie argentina *S. exserta*. Hasta el momento, se realizó una primera prueba aplicando 300, 500 y 700 Gy, dosis que resultaron letales. Un nuevo ensayo con 100, 200 y 300 Gy mostró menor severidad, permitiendo la división celular en los embriones que a la fecha muestran hojas verdaderas y se continúa con su evaluación para determinar la DL50. Si bien se encuentran disponibles tecnologías novedosas que permiten obtener mutaciones dirigidas, las TMI mediante rayos X por sus bajos requerimientos presupuestarios tiene aún un inmenso potencial de aplicación en la industria de las plantas ornamentales.

Palabras clave: *Calibrachoa*, *Mecardonia*, Mejoramiento de plantas, Rayos X, *Salvia*

Evaluación *in vivo* del efecto citotóxico de los extractos acuosos de dos variedades mutantes de *Hibiscus sabdariffa*

Kristha Paredes Branda¹, Héctor Nakayama¹, María Caridad González², Edith Segovia^{1*}

¹Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

²Instituto Nacional Ciencias Agrícolas - INCA, San José de las Lajas, Cuba

*Correo electrónico: edaluz@gmail.com

El *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica o rosella), conocida además como rosa piola en Paraguay, tiene uso medicinal en gran parte del mundo; en Paraguay se utiliza como antiescorbútico, mientras que en otros países se utiliza como antihipertensivo, antiespasmódico o como agente antimicrobiano, entre otros usos. También el extracto acuoso crudo presentó efecto protector frente al daño genético producido por arsenito de sodio en células de médula ósea de ratones tratados. La irradiación gamma es utilizada para la obtención de variedades mejoradas de diferentes especies vegetales; las variedades de grosella “Dogo” y “Ana Delia” fueron obtenidas por irradiación gamma como parte del programa de mejoramiento genético del INCA. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto citotóxico del extracto acuoso de cálices de ambas variedades de grosella sobre células de médula ósea de ratones tratados con dos dosis de cada extracto, vía oral, durante 15 días. El efecto citotóxico de un agente físico, químico o biológico en células de médula ósea de ratones se verifica por el índice obtenido entre la frecuencia de eritrocitos policromáticos (eritrocitos jóvenes) y la frecuencia de eritrocitos normocromáticos (eritrocitos adultos) de los animales de los grupos del estudio, luego se comparan los índices de cada grupo de tratamiento con el índice del grupo control negativo. Variaciones significativas entre los índices obtenidos en células de los animales del control negativo y el índice obtenidos en células de los animales tratados con los extractos indican citotoxicidad. Los resultados mostraron que ninguno de los extractos evaluados, en las concentraciones utilizadas, tienen un efecto citotóxico en células de médula ósea de ratones tratados por 15 días con el mismo. Se continuarán las investigaciones de las variedades mutantes de flor de Jamaica para evaluar el efecto mutagénico, como parte de las medidas preventivas en el uso de una planta consumida masivamente a nivel mundial.

Palabras clave: *Citotoxicidad, Eritrocitos normocromáticos y policromáticos, Flor de Jamaica, Irradiación gamma, Mejoramiento genético*

Uso de rayos gamma para el mejoramiento genético de pasto janeiro (*Eriochloa polystachya* Kunth)

Juan Carlos Gómez Villalva¹*, Lucrecia Aguirre Terrazas², Luz Gomez Pando², Fernando Cobos Mora¹, Edwin Hasang Moran¹, Walter Reyes Borja¹, Lenin Arana Vera¹

¹Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

²Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

*Correo electrónico: jgomez@utb.edu.ec

El pasto janeiro (*Eriochloa polystachya* Kunth) es una especie empleada en forraje con características apropiadas para prosperar en condiciones marginales que requiere ser mejorada en su valor nutricional u otras características agronómicas. Los rayos gamma se pueden utilizar para el mejoramiento genético de las plantas y generar mutaciones que puedan ser útiles. La investigación se realizó con el objetivo de determinar la dosis letal media (DL50) para inducir mutaciones, con radiación gamma, en pasto janeiro. El estudio se realizó en campo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Se irradiaron 8.600 estolones de 8 cm de largo con un nudo, cortados de plantas maduras de más de seis meses de edad las que fueron irradiadas con dosis de 0; 25; 50; 75 y 100 Gray (Gy) de rayos gamma con cobalto-60. Se evaluó el porcentaje de establecimiento, altura de planta y mortalidad de los estolones. Los datos fueron analizados a través del análisis de regresión lineal probabilística, con el paquete estadístico Statgraphics Centurión XVI.II a través de análisis de regresión. De acuerdo con la variable porcentaje de establecimiento, la DL50, es igual a 52,60 Gy para el genotipo estudiado, con R^2 de 57,73. Las dosis de radiación absorbidas tuvieron efecto directo en el establecimiento de los estolones y en la altura de las plantas, pues ambas variables presentaron altos índices de reducción con dosis superiores a 75 Gy. Por lo cual se concluyó en este estudio que la DL50 se ubicó entre 42 y 52 Gy.

Palabras clave: Cobalto 60, Dosis letal media, Mutaciones, Pasto janeiro, Variabilidad genética

Radiosensibilidad de *Amaranthus* spp a la irradiación gamma

Cristian Subía García¹*, Porfirio Ramírez Vallejo², Arturo Estrada Gómez², María de la Luz Ramírez Vásquez³, Eulogio de la Cruz Torres⁴.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Quito, Ecuador

²Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México

³Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, México

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, Toluca, México

*Correo electrónico: cristian.subia@iniap.gob.ec

El mejoramiento genético por inducción de mutaciones, es un método ampliamente probado en cultivos de importancia agrícola con buenos resultados. Este método permite generar variabilidad para acelerar el proceso en la obtención de variedades mejoradas para una característica determinada. La respuesta que se observa depende de la especie, del agente mutagénico, de las dosis, de la variedad, de las condiciones del material irradiado, entre otros. El presente estudio se realizó en el año 2012 en México con el objetivo de evaluar la respuesta de diez genotipos de *Amaranthus* spp. Amaranto, originarias de estados del centro de México, una variedad comercial mexicana y dos variedades comerciales provenientes de Ecuador; 50 gramos de semilla de cada genotipo fueron expuestas a dosis de 0, 100, 200, 300 y 400 Gy. De la interacción de las 10 poblaciones con las cinco dosis de irradiación, se obtuvieron 50 tratamientos que fueron sembrados en invernadero bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones; cada unidad experimental correspondió a un envase, con una mezcla de turba y pequeña roca porosa de origen volcánico en proporción 3:1, donde se colocaron 10 semillas de cada población irradiada, para luego de la emergencia ajustar a 5 plantas por unidad experimental. Los envases se colocaron en mesas de hierro a un metro de altura y se realizaron riegos periódicos cada tres o cinco días según los niveles de humedad del sustrato. El experimento fue evaluado durante seis semanas desde la siembra; se registraron datos de altura de planta en tres fechas de muestreo, peso fresco y seco a los 45 días, sobrevivencia y frecuencia de malformaciones. Se observó correlación entre altura y peso de planta. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre genotipos, dosis y significancia estadística en la interacción de genotipo por dosis. Considerando la línea de regresión para altura de planta a los 45 días con cada genotipo y las dosis estudiadas, se clasificaron las poblaciones desde tolerantes a susceptibles a la radiación. La dosis estimada de 542 Gy generó una pérdida de altura del 30 % en poblaciones medianamente susceptibles y la de 304 Gy en susceptibles. La variedad comercial fue la más susceptible a la radiación presentando con la dosis de 300 Gy una mortalidad superior al 90 %; las poblaciones nativas presentaron una DL50 cerca de los 300 Gy. En la dosis de 400 Gy en todos los genotipos se observó un efecto de estimulación de altura y peso de plántula en comparación con la dosis de 300 Gy, sin embargo, presentó alta frecuencia de malformaciones. La malformación más frecuente fue la de ahorcamiento en la base del tallo que afectó el crecimiento de las plantas y produjo una postura rastrera. La variedad Chimborazo de la especie *A. hybridus*, única de grano negro y proveniente de Ecuador, fue la más resistente a la radiación gamma.

Palabras clave: Amaranto, DL50, Malformaciones, Mortalidad, Radiación gamma

Evaluación y selección de plantas mutantes de papa variedad Superchola (*Solanum* spp.) para resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma

Jorge Rivadeneira¹*, Elizabeth Yáñez¹, Roberto López², Xavier Cuesta¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

²Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

*Correo electrónico: jorge.rivadeneira@iniap.gob.ec

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar y seleccionar plantas mutantes con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en la variedad Superchola, obtenidas mediante radiaciones ionizantes gamma, en condiciones de campo. El ensayo se implementó en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha ubicada a una altura de 3050 metros. Se evaluaron 150 plantas mutantes de papa variedad Superchola que presentaron resistencia a tizón tardío en condiciones de laboratorio mediante inoculación de una suspensión de 0.5×10^4 zoospora ml^{-1} de *P. infestans*. Se utilizaron cinco variedades testigo con resistencia (INIAP Santa Catalina, INIAP Friepapa) y susceptibilidad (INIAP Gabriela, Uvilla, Superchola) a tizón tardío. El diseño experimental utilizado fue látices parcialmente balanceado 11×11 con tres repeticiones. Se utilizó la prueba de Tukey al 5 % para los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas. Las variables evaluadas fueron severidad a tizón tardío expresada en valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y rendimiento en kilogramos por planta. Se realizaron 12 lecturas de severidad para tizón tardío y se calculó el ABCPE. Al realizar la prueba de Tukey al 5 % para ABCPE se encontraron ocho rangos, las variedades INIAP-Santa Catalina, INIAP-Friepapa y los mutantes m67, m92 que se ubicaron en los primeros tres rangos con valores menores a 2536.24 unidades de ABCPE, mientras el mutante m75 se ubicó en el último rango con 4829.52 unidades de ABCPE. Con respecto al rendimiento al realizar la prueba de Tukey al 5 % se establecieron tres rangos, los mutantes m42 y m65 se ubicaron en el primer rango con $1,15 \text{ kg planta}^{-1}$, mientras los mutantes m115, m37, m59 y m24 se encontraron en el último rango con rendimientos inferiores a $0,24 \text{ kg planta}^{-1}$. La variedad INIAP Santa Catalina fue el testigo que se ubicó en el segundo rango con $1,09 \text{ kg planta}^{-1}$, mientras INIAP Gabriela se ubicó en los últimos rangos con $0,3 \text{ kg planta}^{-1}$. En conclusión, se seleccionaron 18 plantas que mostraron variación en la resistencia a *P. infestans* y buen rendimiento.

Palabras clave: *Mejoramiento genético, Mutantes, Radiación gamma, Tizón tardío, Severidad*

Socialización del uso pacífico de la energía nuclear en la agricultura de Venezuela

*Elba Vallejo¹, Iselen Trujillo², *Efraín Salazar, Claudia Jiménez¹, Nick Crespo¹, Andy Diaz¹, Orquídea Pérez², Adriana Silva², Marcia Toro³, Luisa Villalba³*

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – INIA, Venezuela*

²*Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez – UNESR, Venezuela*

³*Universidad Central de Venezuela – UCV, Venezuela*

** Correo electrónico: vallejoelba@gmail.com*

La región centro norte de Venezuela ocupa el primer lugar de producción de bananas, plátano y lechosa (papaya) al aportar 40 – 45 % del volumen total producido en el país. Estos cultivos en la zona han venido sufriendo disminución en la producción debido factores bióticos y abióticos. Desde el año 2008, la unidad de Biotecnología Agrícola Vegetal del INIA ha utilizado las radiaciones ionizantes para aumentar la variabilidad en estos cultivos utilizando energía nuclear como apoyo al mejoramiento convencional. Esta técnica no es de uso común en el país, por tanto, existe un desconocimiento en la población de las ventajas de su uso en la agricultura. El trabajo tuvo como objetivo socializar el uso pacífico de la energía nuclear en la agricultura como alternativa mejoramiento genético no convencional en plantas; para ellos se realizaron encuestas, entrevista y encuentro de saberes, simposios, visitas guiadas, día de campo, material divulgativo, científico, presentación en eventos científicos, dirigido a productores, universidades, instituciones de investigación empresa pública y privada, con los concejos comunales, centro de educación inicial, primaria, básica y diversificada, de los estados de la región central (Aragua, Carabobo, Miranda, Distrito Capital, y Vargas). En las actividades se abordaron temas como el uso de energía ionizante en el fitomejoramiento para obtener materiales resistentes a factores bióticos y abióticos. Se realizaron 16 actividades de difusión y divulgación, donde se atendieron a 500 personas entre productores, investigadores, profesores, técnicos, estudiantes y público en general. También se publicaron dos artículos divulgativos y presentación de dos conferencias en eventos científicos. En las distintas actividades participaron Universidades como la Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR) y la Universidad Simón Bolívar (USB), un centro de educación inicial y primaria y uno de educación básica y diversificada, y dos concejos comunales. Los resultados de las actividades permitieron constatar que existe un desconocimiento por parte de los productores y comunidad sobre el uso pacífico de la energía nuclear en la agricultura y mostrando interés en conocer el tema. Destaca la importancia de seguir la socialización sobre este tema con los productores de la zona central del país, que se cuenta con unas líneas promisorias de bananos irradiados para la tolerancia a la sequía, y a mayor información sobre el tema, habrá mayor aceptación de estos materiales.

Palabras clave: *Carica, Energía nuclear, Mejoramiento genético, Musáceas, Radiaciones ionizantes*

Improving fertilization practices in highland maize through the use of ^{15}N and plant growth promoting bacteria

José Luis Zambrano¹*, Yamil Cartagena¹, Carlos Sangoquiza¹, Rafael Parra¹, Cristina Tello¹,
Carlos Yáñez¹, Carla Tobar²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

²Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

Correo electrónico: jose.zambrano@iniap.gob.ec

The search for production alternatives which involve the use of the best genotype, fertilizers, and biofertilizers is essential to contribute to food security, reduce malnutrition, and promote sustainable agriculture, considering the climate change scenario and the foresight population growth for the coming years. The use of isotopic techniques can be used to improve agricultural practices through the identification of the efficient use of nitrogen, as well as biofertilizers that could optimize the application of this nutrient, which leads to a reduction of production costs, increased yields and to improve agronomic practices for a sustainable agriculture. INIAP is part of the regional project “Improving fertilization practices in crops through the use of efficient genotypes, macronutrients and plant growth promoting bacteria” financed by the International Atomic Energy Agency (IAEA) through The Regional Cooperation Agreement for the Promotion of Nuclear Science and Technology in Latin America and the Caribbean (ARCAL). The specific objective of the project for Ecuador is to improve maize plant nutrition efficiency for the highlands through the use of efficient genotypes, nitrogen, and plant growth promoting bacteria. The goal of this experiment was to evaluate nitrogen use efficiency when applying fertilizer (urea labeled with ^{15}N ; 5,16 % enrichment) and a biofertilizer (*Azospirillum* spp. and *Pseudomonas fluorescens*). The experiment was sown in the Experimental Station Santa Catalina (INIAP) at 2750 masl, using flourey maize INIAP-101, with three doses of nitrogen (0, 100, and 200 kg N ha⁻¹), with and without the biofertilizer application (seed inoculated at planting time), in a randomized complete block design with three replicates. Although no significant differences among the doses of nitrogen was found for yield (1,85, 1,96, and 2,19 t ha⁻¹ for nitrogen doses of 0, 100, and 200 Kg ha⁻¹, respectively), the crop was impacted for the application of growing doses of nitrogen. This could be confirmed with significant differences for the absorption of ^{15}N (%), N total (%), and chlorophyll-SPAD measurements. The best agronomical and fertilizer used efficiency (FUE) were obtained with the doses of 200 Kg N ha⁻¹, that produce 1,7 kg of grain per kg of applied nitrogen, and 14,4 % FUE. The higher FUE (15,5 %) was obtained with the highest doses of nitrogen and the biofertilizer. The crop was severely affected by *Maize rayado fino virus* -MRFV during the season (20-30 % of incidence), what could have influenced the FUE values. This is a preliminary report and the experiment is being replicated to confirm the results.

Keywords: Biofertilizer, Isotopic techniques, Maize, MRFV, Nitrogen

Evaluación del efecto residual de la aplicación de abonos verdes y la eficiencia de la fertilización nitrogenada (técnicas no isotópica e isotópica)

Yamil Cartagena¹*, Rafael Parra¹, Soraya Alvarado¹ y Franklin Valverde¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Mejía, Ecuador

*Correo electrónico: yamil.cartagena@iniap.gob.ec

En la actualidad, la agricultura es cada vez más dependiente de fertilizantes nitrogenados por la necesidad de producir más para satisfacer la gran demanda de alimentos en el mundo. En el mercado de los fertilizantes nitrogenados se puede apreciar la gran demanda que existe por la urea (46-0-0), monofosfato de amonio (MAP) (11-52-0), difosfato de amonio (DAP) (18-46-0) y otros. En este sentido la utilización de nuevas tecnologías como la incorporación de abonos verdes, siembra de plantas leguminosas y adiciones constantes de materia orgánica, las mismas que ayudan a aumentar la bio-disponibilidad de nitrógeno (N), elemento tan importante para el desarrollo de las plantas. Es así que la incorporación de abonos verdes al suelo permite incorporar entre 50 a 80 kg N ha⁻¹ para la *Avena sativa* Avena mientras que para la *Vicia sativa* Vicia la cantidad está entre 150 y 250 kg ha⁻¹. En el caso del *Lupinus mutabilis* Chocho la cantidad es mayor siendo entre 300 a 600 kg N ha⁻¹. El grado de aprovechamiento de N del fertilizante aportado al suelo ha sido medido utilizando diferentes métodos: el diferencial (no isotópico) y el isotópico (¹⁵N). El primero se basa en suponer que las plantas fertilizadas absorben del suelo la misma cantidad de N que las plantas no fertilizadas y se calcula como la diferencia de N entre ambos tratamientos y el segundo que es la metodología isotópica en la que utiliza ¹⁵N permitiría conocer precisamente el N recuperado por la planta bajo el supuesto que no se produce intercambio isotópico entre el N del fertilizante y el del suelo. En este contexto, el INIAP ejecutó el proyecto RLA/5/065 "Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficacia en el uso de los recursos (ARCAL CXXXVI)", en el que se evaluó la eficiencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz considerando fuentes y épocas de aplicación a través del uso de técnicas no isotópicas e isotópicas. Se implementó un experimento en el Campo Experimental La Tola de la Universidad Central del Ecuador, en el que se realizaron dos ciclos de cultivo en el año 2016. En el primer ciclo se aplicaron dos especies leguminosas (*Lupinus mutabilis* y *Vicia* sp.) y una especie cereal (*Avena sativa*) como testigo; se utilizó un diseño de completamente al azar, con tres repeticiones y la unidad experimental fue de 80 m². En el segundo ciclo se estudió una especie cereal (*Zea mays*) y cinco niveles de nitrógeno (0, 45, 90, 135 y 180 kg ha⁻¹); el diseño experimental fue de parcela dividida, en la parcela grande (240 m²) se ubicaron las especies leguminosas y cereal incorporados y en las parcelas pequeñas (16 m²) los niveles de nitrógeno, con tres repeticiones. Los resultados que se obtuvieron para la extracción de nitrógeno en el cultivo maíz con la técnica no isotópica fue mayor con el tratamiento de vicia incorporada con 135 kg N ha⁻¹, con 271 kg ha⁻¹, en tanto que con la técnica isotópica el más alto fue con el tratamiento con chocho incorporado y aplicado el fertilizante nitrogenado a los 75 dds con 189 kg ha⁻¹. La mejor eficiencia de uso del N en el maíz; aplicando la técnica no isotópica se obtuvo con el tratamiento vicia incorporada con 180 kg N ha⁻¹, con el 38 % y utilizando la técnica isotópica, se tuvo con el chocho incorporado en el ciclo anterior con el 43 %.

Palabras clave: Abonos verdes, Isótopos, Leguminosas, Maíz, Nitrógeno

Evaluación del uso eficiente del agua en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad INIAP 101, utilizando los métodos isotópico y convencional

Yamil Cartagena¹*, José L. Zambrano¹, Rafael Parra¹, Mónica Angamarca¹, Carlos Sangoquiza¹, Amparo Condor², Juan Leon³, Randon Ortiz⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Mejía, Ecuador

²Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito, Ecuador

³Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador

⁴Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador

*Correo electrónico: yamil.cartagena@iniap.gob.ec

En la agricultura cada vez se promueve el uso del agua de riego para los cultivos, tanto de ciclo corto como perennes, para elevar la producción y mejorar el nivel de vida de los agricultores. El cultivo de maíz es de los más importantes en la sierra del Ecuador, debido a la gran cantidad de terreno destinado a su producción y al papel que cumple como componente básico en la dieta de la población. El incremento de la producción de esta gramínea depende en gran parte del uso elevado de insumos y tecnología, lo que afecta el costo de producción afectando la fertilidad del suelo y eficiencia del uso del agua. 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 la evaluación del efecto del riego y la fertilización química en el cultivo de maíz a través del uso de técnicas isotópicas. El experimento tiene tres ciclos de cultivo, el primer ciclo se ejecutó en el año 2018 en la Estación Experimental Santa Catalina a 3059 m.s.n.m., 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 del INIAP para maíz suave: 80, 40 y 20 kg de N, P y K, respectivamente). El material biológico utilizado fue semilla de maíz de la variedad INIAP 101, con una densidad de 50000 plantas ha⁻¹. Entre los resultados preliminares más importantes se encontró que la precipitación efectiva durante los 250 días de duración del cultivo fue de 1133 mm, la cual no se distribuyó uniformemente en los meses de diciembre y enero; en tanto que la evapotranspiración del cultivo de maíz fue de 546 mm. Al realizar el balance hídrico se tuvo un exceso de humedad y solo se aplicaron tres riegos de auxilio con un total de 25 mm. El cultivo de maíz tuvo una buena respuesta a la aplicación del riego de auxilio y el 100% de la recomendación de fertilización química (76 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 20 kg ha⁻¹ de K₂O y 22 kg ha⁻¹ de S) con un rendimiento de 3,99 t ha⁻¹, uso eficiente del agua de 34.47 kg ha⁻¹ cm⁻¹ y la extracción de nutrientes de 142, 28, 201, 32, 15 y 13 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg y S, respectivamente. El proyecto continúa hasta completar los ciclos de evaluación programados.

Palabras clave: Balance hídrico, Fertilización, Maíz, Rendimiento, Técnicas isotópicas

Dosimetría y dosis letal media en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), chocho (*Lupinus mutabilis* L.) y maíz (*Zea mays* L.) inducidas a mutaciones con rayos gamma

Javier Garófalo¹*, Luis Ponce-Molina¹, José Luis Zambrano¹, Carlos Yáñez¹, Ángel Murillo¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador

*Correo electrónico: javier.garofalo@iniap.gob.ec

En la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, en el año 2010 dentro de los esquemas de mejoramiento se realizó la inducción de mutaciones a semillas de tres especies: cebada (*Hordeum vulgare* L.) INIAP-Cañicapa 2003, chocho (*Lupinus mutabilis* L.) INIAP- 450 Andino y maíz (*Zea mays* L.) INIAP – 101, cultivos de importancia económica de la Sierra ecuatoriana, y que se encuentran dentro de los productos de la canasta básica. La inducción de mutaciones se realizó con rayos gamma con fuente de cobalto-60. El objetivo de la investigación fue determinar la dosis letal media (DL50) y la dosis óptima de irradiación (DO). Las semillas fueron irradiadas en dosis de 0, 150, 250, 350 y 450 grays en las Instalaciones de Aychapicho, perteneciente a la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN). Las semillas de la población M₁ fue sembrada bajo condiciones de invernadero. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación (%), altura de planta (cm) y mortalidad (%) a los 21 días después de la siembra. En cebada INIAP-Cañicapa 2003 la DL50 fue 250 grays y la DO estuvo entre 150 a 200 grays; la altura del testigo fue de 14,9 cm mientras que para la semilla irradiada con 450 grays fue de 8,5 cm. Para el chocho INIAP-450 Andino la DL50 fue de 350 grays y la DO estuvo entre 150 a 250 grays; la altura promedio del testigo sin irradiar fue de 7,6 cm frente a la dosis de 450 grays que obtuvo 5,2 cm. Para maíz INIAP-101, la DL50 fue 450 grays y la dosis DO estuvo entre los 250 a 350 grays; la altura del testigo fue de 12,0 cm mientras que la semilla irradiada con 450 grays fue de 3,4 cm. En base a los resultados obtenidos, se determinó que las semillas de chocho y maíz necesitan entre 250 y 350 grays de irradiación, mientras que la semilla de cebada entre 150 y 250 grays. Adicionalmente, se observaron cambios morfológicos en las diferentes especies irradiadas, lo que permitirá obtener variabilidad genética para incorporar en programas de mejoramiento para estos cultivos.

Palabras clave: Cobalto-60, Dosimetría, Mejoramiento genético, Mutaciones, Semilla irradiada

Organizado por:



ISBN: 978-9978-68-158-9

