

1er Congreso Internacional **CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

13 - 15 de junio, 2018
Quito - Ecuador

ARTÍCULOS



Organizador por:



Estación Experimental Santa Catalina



1^{er} CONGRESO INTERNACIONAL CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

13-15 JUNIO 2018

13-14 DE JUNIO
AUDITORIO DE LA
PLATAFORMA FINANCIERA QUITO
15 DE JUNIO
ESTACIÓN EXPERIMENTAL
SANTA CATALINA

ORGANIZAN:



Estación Experimental Santa Catalina



ÁREAS TEMÁTICAS

- RECURSOS FITOGENÉTICOS
- AGROBIOTECNOLOGÍA
- PRODUCCIÓN DE SEMILLAS
- NUTRICIÓN HUMANA Y ANIMAL
- CAMBIO CLIMÁTICO
- GANADERÍA Y ESPECIES MENORES
- FITOMEJORAMIENTO
- MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS
- VALOR AGREGADO
- SOCIOECONOMÍA
- FORESTERÍA

www.cienciaytecnologiaagropecuaria.com

[https://twitter.com.CICTA2018](https://twitter.com/CICTA2018)

G+: ciencia y tecnología agropecuaria

AUSPICIAN:



COLABORADORES:



Información: congreso.eesc@iniap.gob.ec • santacatalina@iniap.gob.ec Telf.: (593-2) 3076002, (593-2) 3076004 • www.iniap.gob.ec

INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

Agricultura



**Primer Congreso Internacional de
Ciencia y Tecnología Agropecuaria**
“Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”

Quito, Ecuador

Junio 13 -14 de 2018

Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

“Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”

ARTÍCULOS DEL EVENTO

Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

Primera edición, 2018

400 ejemplares

Yáñez, Carlos., Racines, Marcelo., Sangoquiza, Carlos., Cuesta, Xavier, (Eds.). 2018. Artículos del Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 13 y 14 de junio de 2018. Quito, Ecuador. Pp 204.

Prólogo: Dr. Luis Ponce Director de la Estacion Experimental Santa Catalina INIAP

Impreso y hecho en Quito, junio de 2018

ISBN: 978-9942-22-285-5

ISBN: 978-9942-22-285-5



“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”

Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

“Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”

Comité Organizador:

INIAP

Luis Ponce, Ph.D.,	Javier Garofalo, Ms.C.,
Carlos Yáñez, Ms.C.,	Diego Peñaherrera, Ms.C.,
Xavier Cuesta, Ph.D.,	Gabriela Torrens, Ms.C.,
Marcelo Racines, Ms.C.,	Jahaira Jimenez, Ing.

USFQ

Mario Caviedes, Ph.D.,	Gabriela Alban Ms.C.
------------------------	----------------------

AGN LATAM

Patricio Cuasapaz, Ing.,	Byron Monteros, Ing.
--------------------------	----------------------

Comité Científico:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Xavier Cuesta, Ph.D.,	Jose Ochoa, Ph.D.,
Cesar Tapia, Ph.D.,	Carlos Yáñez, M.Sc.,
Víctor Barrera, Ph.D.,	Marcelo Racines, M.Sc.,
Yamil Cartagena, Ph.D.,	Franklin Sigcha, M.Sc.,
Carmen Castillo, Ph.D.,	José Velasquez, M.Sc.,
Luis Ponce, Ph.D.,	Juan Garzón, Dr.
Eduardo Morillo, Ph.D.,	

Comité Revisor Externo:

Universidad San Francisco de Quito (USFQ)

Mario Caviedes, Ph.D.,	Gabriela Albán M.Sc.
------------------------	----------------------

Comité Editor:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Carlos Yáñez, Ms.C.,	Carlos Sangoquiza, Ms.C.,
Marcelo Racines, Ms.C.,	Xavier Cuesta, Ph.D.

TABLA DE CONTENIDO

Sección técnica: Recursos Fitogenéticos, Mejoramiento, Agrobiotecnología y Semillas	
2	Habilidad Combinatoria y Heterosis para el Rendimiento de seis líneas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la costa central del Perú <i>Victor M García, Mercy L Ilbay</i>
6	Análisis Genético de la Resistencia a Royas en Trigo de Origen Mexicano (<i>Triticum aestivum</i> L.) <i>Luis J Ponce, Julio Huerta-Espino, Ravi Singh, Matthew Rouse, James Kolmer</i>
9	Avances en la Clonación de Plantas Progenitoras del Híbrido INIAP-Tenera de Palma de Aceite <i>Elisa Quiala, Noelys Ruiz, Ernesto Paredes, Mercedes Navarrete, Digner Ortega, Silvia Zambrano, Julio C. Rivadeneira, Saúl A. Mestanza</i>
12	Estudio de Plantas medicinales Presentes en los Sistemas de Producción de Cacao y Café en Cuatro Provincias de la Amazonía Ecuatoriana <i>Nelly J Paredes, César G Tapia, Luis F Lima, Kerly J Navia</i>
14	Caracterización Ecogeográfica de <i>Prunus serotina</i> Ehrh subsp. <i>Capuli</i> (Cav.) McVaugh (Capulí) en la Región Andina de Ecuador <i>Edwin, J Borja, Miguel, Guara-Requena, César, G Tapia, Angélica, H Delgado, Edwin, J Naranjo</i>
17	Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón (CBDA) <i>Yolanda M Valverde, Joanna L Allauca, César G Tapia</i>
20	Modificaciones Fisiológicas y Bioquímicas en Semillas de Fréjol Durante el Almacenamiento Bajo Condiciones Ambientales. <i>José S. Velásquez, Marco A. Araujo, E. Villacres, Edwin R. Cruz</i>
23	Tecnologías de Recubrimiento en Semillas de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>), Para Mejorar Índices de Germinación y Desarrollo Radicular <i>Klever Quimbiulco S. Nelly Deleg, Clever Castillo, Guido Yauli</i>
26	Rangos de conductividad eléctrica en semilla tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) <i>Jessica L. Valdez, Héctor J. Andrade y Diego D. Arias</i>
29	Caracterización Molecular de Materiales Criollos de Piñón de Alta Productividad (<i>Jatropha curcas</i> L.) del Litoral Ecuatoriano <i>Eduardo Morillo, Johanna Buitrón y Daysi Loachamin</i>
32	Cambios en la Expresión Génica Ocurridos Durante la Senescencia de Líneas Puras de Maíz <i>Marlon B Caicedo, Guillermo Padilla, María de La Fuente, Bernardo Ordás</i>
34	Estudio Comparativo de 80 Líneas de Cebada (<i>hordeum vulgare</i> L.) en el Callejón Interandino del Ecuador <i>Diego F. Campaña, Javier Garófalo, Patricio J. Noroña, Gabriela Torrens, Luis J. Ponce Molina, Marcelo R. Racines</i>
37	“INIAP- ÑUSTA 2016”: Nueva Variedad de Cebada Grano Descubierto Alta en Proteína <i>Jorge W. Coronel, Carlos A. Jiménez, Sonia C. Bravo, Javier A. Garófalo, Luis A. Cárdenas, Diego F. Campaña, Magaly P. Chamba, José S. Velásquez</i>
40	Selección Participativa de Clones Promisorios de Papa con Pulpa de Colores con Actores de la Cadena de Valor <i>Cecilia J. Monteros, Josué S. Cedeño, Paul R. Comina, Elena, Villacrés, Jorge E. Rivadeneira, Xavier H. Cuesta</i>
43	Avances en Mejoramiento Genético de Haba (<i>Vicia faba</i> L.) en Ecuador <i>Ángel R. Murillo, Nelson G. Mazón, Laura E. Vega, Diego G. Rodríguez</i>
46	Avances en Mejoramiento Genético de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> willd.) en Ecuador <i>Angel R. Murillo, Nelson G. Mazón, Laura E. Vega, Diego G. Rodríguez</i>
49	Desarrollo de la Microflora Nativa en Uvilla, Mora y Naranja Tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP) <i>Javier Velásquez, Carlota Moreno, Maria G Vernaza, Maria J Andrade</i>

- 52 **Evaluación y Selección Participativa de Líneas de Haba (*Vicia faba L.*) con Tres Organizaciones de Pequeños Productores de la Provincia de Chimborazo**
Fausto Yumisaca Jiménez, Rodrigo Aucancela, Nelson Mazón, Ángel Murillo
- 55 **Conocimiento Manejo y Uso de la Agrobiodiversidad en la Provincia de Chimborazo Ecuador**
Edwin, J Borja, César, G Tapia, Álvaro, R Monteros-Altamirano, Edwin, J Naranjo
- 57 **Análisis de Estabilidad y Estabilidad Modificada para el Rendimiento de la Variedad de Maíz (*Zea mays L.*) INIAP-199**
Carlos F. Yáñez, Carlos A. Sangoquiza, Marcelo R. Racines
- 60 **Establecimiento *in vitro* de Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) y Avances en su Micropropagación**
Luis Meneses, Fernanda Dueñas, Lisbeth Recto y Eduardo Morillo
- 62 **Calidad Fisiológica de Semillas de Trigo Sometidas a Secado Estacionario con Aire Ambiente Forzado**
Marco A. Araujo, José S. Velásquez, Edwin R. Cruz, Ney R. Paula
- 65 **Eficiencia de Fungicidas en el Control de Hongos del Suelo y Semillas de Maíz**
Edwin R. Cruz, José S. Velásquez, Marco A. Araujo, Ney R. Paula
- 69 **Estudio de la Variabilidad Genética y Establecimiento *in vitro* de *Pinus radiata***
Johanna Buitrón, Luis Meneses, Franklin Sigcha, María Gallardo
- Sección técnica: Manejo Integrado de Cultivos**
- 73 **Determinación de los Requerimientos Hídricos Para el Cultivo de Fréjol (*Phaseolus Vulgaris*) Var. Calima**
Juan E León, Juan D Gaibor, Jorge P Cevallos, Jorge E Segovia, Robinson F Peña
- 75 **Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) en el Cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) en las Provincias de Imbabura y Chimborazo**
Yamil E Cartagena, Rafael A Parra, Soraya P Alvarado y Franklin M Valverde
- 78 **Comprender la Roya Amarilla del Trigo en Canadá**
H.R. Kutcher and G. S. Brar
- 80 **Cuantificación del Daño y Validación de una Estrategia de Control Químico de la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el Cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador.**
Laura E Vega, Diego G Rodríguez, Ángel R Murillo, Nelson G Mazón
- 83 **Recomendaciones para el Manejo de la Marchitez Vascular del Babaco en Ecuador**
José Ochoa, Camilo Gallardo, Mike Ellis
- 86 **Efectos de Fertilizantes de Lenta Liberación en la Producción de Maíz, en Babahoyo**
Christian V Limones, Eduardo N Colina, Carlos A Castro, Oscar W Mora, Guillermo E García
- 89 **Productividad y Características Físicas y Químicas de un Suelo de la Sierra Ecuatoriana en una Etapa de Transición Desde Labranza Convencional Hacia Siembra Directa**
Montesdeoca, F., Ávila, M., Borie, F., Cornejo, P., Aguilera, P.
- 92 **Determinación de los Nutrientes Limitantes en el Rendimiento del Cultivo de Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en la Amazonía Ecuatoriana**
Alejandra E Díaz, Yadira B Vargas, William Viera, Gabriela S Pitizaca, Wilson G Alcívar, Enrique M Alcívar, Eduardo J Sánchez
- 95 **Fertilización Foliar con Boro en la Producción de Arroz Bajo Riego, en Babahoyo.**
Joan M Parreño, Guillermo E García, Laura M Tapia, Oscar W Mora, Eduardo N Colina
- 98 **Evaluación del Efecto de Promotores de Crecimiento Radicular en Plántulas de Aguacate Cultivar Criollo**
Andrea Sotomayor, Cristhian Jaramillo, Kang Cho, William Viera
- 101 **Comportamiento Agronómico de Tomate de Árbol (*solanum betaceum* cav.) Injerto en Solanáceas Silvestres de la Amazonía Ecuatoriana**
Yadira B Vargas, Wilson G Alcívar, Enrique M Alcívar, Leider A Tinoco, W Viera



- 104 **Eficacia de Fungicidas para el Manejo de Marchitez (*Ilyonectria torresensis*) en Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)**
Cristina M. Tello, Cynthia I. Oña, Mónica A. Jarrín, William F. Viera
- 107 **Evaluación de Resistencia/Tolerancia de Genotipos de Papa al Parasitismo de (*Globodera pallida*), Mediante Brotes**
Pablo J. Llumiquinga, Jorge Rivadeneira
- 110 **Caracterización de Bacterias Solubilizadoras de Fósforo (*Pseudomonas sp.*), Presentes en la Rizósfera del Maíz de Cuatro Provincias del Ecuador**
Ana, K. Pincay, Carlos, A. Sangoquiza, Carlos Yáñez
- 113 **Crecimiento y Producción en Amaranto (*Amaranthus quitensis* L.) Cultivado con Diferentes Abonos Orgánicos**
David Risco, Pedro P. Pomboza, José F. Arcos
- 116 **Evaluación Agronómica del Sistema de Producción Quinoa (*Chenopodium quinoa* W) Intercalado con Lenteja (*Lens culinaris* L), en la Granja Laguacoto, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar**
Carlos, M. Monar y David, R. Silva
- 118 **Evaluación de la Conductancia Estomática en Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum*) Sometidas a los Estrés de Calor, Frío y Sequía**
Esteban Espinosa-Cordova, Darío Ramírez-Villacis, Hernán Ramos, Solbay Segovia, Xavier Cuesta, Jorge Rivadeneira, Enrique N. Fernández-Northcote, Enrique Ritter, Antonio Leon-Reyes
- Sección técnica: Nutrición humana, animal y Valor agregado**
- 124 **Caracterización del Perfil de Polifenoles en Cacao CCN 51**
Iván R Samaniego, Herlinda S Espín, James G Quiroz, José L Yépez, Bladimir E Ortiz, Cristina G Viguera
- 127 **El enfoque del Metabolismo Social para el Análisis de la Sostenibilidad de la Producción de Alimentos en Ecuador**
Lucía I Toledo; Xavier Oña; Carlos F Terneus
- 130 **Evaluación de las Propiedades Nutricionales y Factores de Calidad del Aceite de Maíz (*Zea mays* L.)**
Clara E Villacrés, Victoria B Mayorga, Mayra L Paredes, María B Quelal, Carlos F Yáñez
- 133 **Análisis de los Principios Activos de Fruto y Células Madre de la Especie *Solanum baretiae* Tepe**
Jessica A Sánchez, Blanca B Naranjo, Claudia Segovia, Mónica B Jadán
- 136 **Tratamiento con Irradiación Gamma Para Extender la Vida Útil de Tubérculos y Bulbos**
Francisco X Salgado, Erika T Ruiz, Eddy P Anguisaca, Jenny M Ávila, Marco V Sinche
- 138 **Proyecto *Moringa* en Ecuador: un Componente, Investigación Multidisciplinaria**
Andrea C Landazuri
- 141 **Ingeniería de un Sistema de Enfriamiento**
José Bolaños, María J. Dávila, Paula Granja, María J. López, F.E. Carvajal-Larenas
- 144 **Ingeniería de un Sistema de Recuperación de Energía**
C. Yagual, N. Martínez, V. Herdoíza, C. Reyes, M. Chuquimarca, F.E. Carvajal-Larenas
- 147 **Obtención de Jarabe de Plátano (*Musa paradisiaca*) Mediante Hidrólisis Enzimática**
Ana B Chiluisa, María B Quelal, Clara E Villacrés, Marco J Álvarez, Cecilia M Carpio
- 150 **Elaboración de una Bebida Alcohólica Destilada a Partir de Yuca (*Manihot esculenta*) y Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)**
Andrea Yépez- Albuja; Emilia Guerrero -Marchán; Javier Garrido; María G Vernaza

**Sección técnica: Socio economía,
Cambio climático, Ganadería y
Forestería**

- 154 **Caracterización de las Explotaciones Lecheras Basados en los Pastizales en la Provincia de Pichincha, Ecuador**
Eloy Castro, Andriamasinoro L. Andriamandroso, Yannick Blaise, Lenin Ron, Carlos Montufar, Frédéric Lebeau, Jérôme Bindelle
- 156 **Evaluación del Ensilaje de Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en Forma de Microsilos Inoculados con 6 Concentraciones de Suero de Leche**
Francisco A Gutiérrez, Arnulfo R Portilla
- 159 **Impacto Económico y Ambiental de Prácticas de Agricultura de Conservación en los Sistemas de Producción de la Microcuenca del Río Alumbre, Ecuador**
Luis O. Escudero, Víctor H. Barrera
- 162 **Optimización Económica Para Mejorar la Productividad y Sostenibilidad de los Sistemas de Producción de Mora de la Provincia de Bolívar-Ecuador**
Víctor H. Barrera, Rosa J. Arévalo, Luis O. Escudero
- 165 **Evaluación de Prácticas de Agricultura de Conservación en el Sistema de Producción Papa-Pasto en la Cuenca Alta del Río Paute**
Víctor H. Barrera, Luis O. Escudero, Yamil E. Cartagena, Juan C. Arévalo, Jorge W. Coronel, Miguel A. Guamán, Maximiliano J. Ochoa, Hernán M. Lucero
- 169 **Brechas de Rendimiento de los Principales Cultivos del Ecuador con Relación a Países de América Latina y el Caribe**
Víctor H. Sánchez-Arizo, Karla I. Tinoco, José L. Zambrano, Cristina Iglesias, Duther A. López
- 172 **Uso eficiente de la Biomasa Residual: Fraccionamiento Para la Obtención de Biocombustibles y Bioproductos en las Agro y Biorefinerías**
Lourdes M. Orejuela Escobar
- 175 **Identificación de los Tipos de Circuitos Cortos de Comercialización en Una Organización de Agricultura Familiar**
Diego F. Peñaherrera, Victoria A. López
- 178 **Prioridades de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias en el INIAP**
José Luis Zambrano Mendoza
- 181 **Estudio de Diversidad de Cuyes Nativos (*Cavia porcellus*) de la Provincia de Tungurahua – Ecuador Como Base de un Proyecto de Conservación**
José G. Camacho, Katerine Orbe, Milton Gordillo, Johanna Buitrón, Juan P. Garzón Prado, Luis F Rodríguez
- 184 **Relación de la Salud Uterina y Variables Hematológicas en Vacas Lecheras en Sistemas a Pastoreo**
Emanuel Frana, Juan P. Garzón, Sandra Bernardi, Pablo R. Marini
- 187 **Predicción del Comportamiento Productivo de Vacas Lecheras en Sistemas a Pastoreo**
Bruno Novaira, Juan P. Garzón, Fernando Novaira, Pablo R. Marini
- 190 **Evaluación de La Variedad de Maíz (*Zea mays L.*) INIAP-180, Para la Elaboración de Ensilaje**
Antonio P. Guacapiña, Luis F. Rodríguez y Arturo G. Godoy
- 193 **Comportamiento Agronómico y Nutricional de 26 Variedades de Pastos de la Sierra**
Antonio P. Guacapiña, Luis F. Rodríguez y Arturo G. Godoy
- 196 **Utilización de Fertilizante Orgánico – Mineral su Influencia en Pastura y Suelo**
Karina Suin; Juan P. Garzón; Pedro Guerrero; Luis Minchala; Pablo Marini; Sandra Peñaherrera
- 199 **Aportes Nutricionales de *Gliricidia sepium*, *Flemigia macrophyla* al Cultivo de Palma Africana, Bajo Sistema Agroforestal en el Cantón Joya de los Sachas**
Julio C Macas, Servio Bastidas, Carlos Chiriguay
- 202 **Efecto de la Fertilización de Liberación Controlada en Dos Especies Forestales**
Franklin A Sigcha, María R Gallardo, Javier A Garófalo, Diego F Campaña

PRÓLOGO

El Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (1-CICTA) se creó como un espacio científico con los objetivos de generar discusión, difusión, socialización e intercambio del conocimiento científico, las tecnologías y de las experiencias de la Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+i), mismas que permitan visibilizar los resultados e impactos de la investigación y transferencia de tecnología tanto agrícola como pecuaria en nuestro país. Igualmente, contribuir a la difusión de tecnológicas amigables que aporten a la sostenibilidad de los sistemas de producción en el contexto dinámico de agricultura empresarial, agricultura familiar, mercados globales y cambio climático.

El 1-CICTA, fue organizado por la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en conjunto con la Carrera de Ingeniería en Agronomía de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), el Centro KOPIA-Ecuador y AGN-Latam. El lema del 1-CICTA de este año 2018 fue “Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”, que enfoca y articula el trabajo de los diferentes actores del sector agrícola del Ecuador en su esfuerzo para lograr estos fines.

Las temáticas abordadas en el 1-CICTA están relacionadas con la ID+i en las siguientes áreas: Recursos Fitogenéticos, Fitomejoramiento, Agrobiotecnología, Manejo Integrado de Cultivos, Producción de Semillas, Valor Agregado, Nutrición humana y animal, Socioeconomía, Cambio Climático, Forestería, Ganadería y especies menores.

Este Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, pretende celebrarse cada dos años de manera itinerante en diferentes regiones del Ecuador, así como convertirse en referente para la discusión y difusión de trabajos científicos de los investigadores vinculados al área agropecuaria, tanto nacionales como internacionales, afianzando la colaboración que se viene desarrollando entre los diferentes actores de los sectores público y privado que conjuntamente con los productores impulsan el desarrollo del sector agropecuario.

En esta edición de la Revista del Congreso, encontrarán los Artículos de los Trabajos Científicos presentados en el 1-CICTA. Esperamos que estos permitan dar una visión amplia del que hacer y del nivel científico en nuestro país, además brindar un panorama de lo que estamos haciendo y lo que debemos hacer como investigadores para contribuir al desarrollo agropecuario nacional. También que sirvan como línea base para generar políticas que mejoren el bienestar de todos los ecuatorianos vinculados a la producción agrícola y pecuaria.

Agradecemos a todos aquellos que contribuyeron al éxito del 1-CICTA, en especial a los Miembros de Comité Organizador y del Comité Científico, así como a los Expositores Internacionales y Nacionales quienes nos enriquecieron con sus trabajos y experiencias; quiero finalizar agradeciendo a todos los Auspiciantes sin los cuales la realización de este evento hubiese sido imposible.

Dr. Luis Jonatan Ponce Molina
Director de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP



Sección técnica:
**Recursos Fitogenéticos, Mejoramiento,
Agrobiotecnología y Semillas**

Habilidad Combinatoria y Heterosis para el Rendimiento de seis líneas de maíz (*Zea mays L.*) en la costa central del Perú

Victor M García¹, Mercy L Ilbay²

¹Universidad Nacional Agraria La Molina

²Universidad Técnica de Cotopaxi

E-mail:gvictormario@hotmail.es

Palabras claves: Habilidad combinatoria, heterosis, líneas endogámicas.

Área temática: Recursos fitogenéticos, fitomejoramiento y agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

Los análisis dialélicos son una herramienta útil para estimar los parámetros genéticos de los progenitores y sus cruzas, mediante su habilidad combinatoria general (HCG) y habilidad combinatoria específica (HCE) que permiten definir el método de mejoramiento genético más adecuado (Wong et al. 2007), y la evaluación y selección de líneas en generaciones tempranas (S3) y/o generaciones avanzadas (S10) que permiten encontrar la mejor combinación híbrida para explotar la heterosis.

La finalidad de esta investigación es determinar la habilidad combinatoria y heterosis de seis líneas de maíz en la costa central del Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina, localizado en el distrito de La Molina, Provincia de Lima, Departamento de Lima, Perú, con una altitud de 251 m.s.n.m, 12°05'06" latitud sur, 76°59'07" latitud oeste.

Las líneas tropicales del CIMMYT (CML) utilizadas fueron: CML226 (P₁), CML229 (P₂), CML428 (P₃) y CML453 (P₄), CML486 (P₅) y CML487 (P₆) las cuales tienen características de madurez intermedia subtropical, con rendimientos de 2.67 y 2.49 t ha⁻¹ y amplia adaptabilidad. Los testigos comerciales fueron DK7088 (T₁), H5070 (T₂), PM-213 (T₃) y EXP-05 (T₄). Se usó el diseño estadístico de látice parcialmente balanceado de 5x5 con cuatro repeticiones. Para los efectos de habilidad combinatoria general (HCG) y habilidad combinatoria específica (HCE) se utilizó el diseño genético de dialélicos con base en el método 2, propuesto por Griffing, (1956). La heterosis fue calculada con base en el promedio de los progenitores (Eq. 1) y del progenitor superior (Eq. 2), expresado en porcentaje.

$$H = \frac{F1-PM}{PM} * 100 \quad H = \frac{F1-PM}{PM} * 100 \text{ (Eq. 1)} \quad H' = \frac{F1-PS}{PS} * 100 \quad H' = \frac{F1-PS}{PS} * 100 \text{ (Eq. 2)}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diferencia entre los genotipos fue altamente significativa. La comparación de medias realizada por DMS (diferencia mínima significativa) al 0.05, muestra que el genotipo comprendido por las cruzas P₄xP₃ es el que tiene mayor rendimiento seguido del T₁ y P₅xP₄.

Los genotipos con rendimientos bajos fueron los progenitores, tal como era de esperarse dado su grado de endogamia y los efectos que estas tiene sobre el rendimiento (Fig 1). Se observaron diferencias altamente significativas para HCE, no se observó diferencia estadística para HCG. Este comportamiento se deduce que es por la baja acumulación de genes aditivos para el rendimiento en los cruzamientos, con supremacía de líneas con expresión de sobredominancia, donde se refleja la existencia de interacción de genes (HCE) al realizar la cruce, al respecto Guillen-De la Cruz et al. (2009) encontraron que a medida que se incrementa la diversidad genética de los progenitores, se incrementan las diferencias entre sus cruza. Un alto valor sobredominante que supere el rendimiento promedio del testigo dotaría de cruza para la formación de híbridos, Sierra y Preciado (1988) y Espinoza et al. (1998)

En la Tabla 1, se muestran los efectos de HCG y HCE, para las seis líneas y las 15 cruza posibles, donde se observa que los progenitores con una disposición mayor de HCG fueron P_3 y P_5 con valores positivos, comparados con P_2 , P_4 y P_6 que obtuvieron valores negativos. La diversidad genética no siempre se ve reflejado en una HCG significativa. Las cruza con mayor HCE fueron $P_4 \times P_3$, $P_4 \times P_1$ y $P_5 \times P_4$, nótese que ningún valor fue negativo por lo que se deduce que ningún valor de rendimiento resulta de cruzar líneas específicas de HCG, es decir ya sea de valores positivos o negativos con tendencias de bajo rendimiento entre dos líneas de baja HCG. La heterosis tanto para el promedio de los progenitores (h) y el progenitor superior (h'), muestra evidencias de la superioridad en gran medida de las cruza dialélicas (Tabla 2). Puertas (1992) considera que la expresión heterótica depende de la conjunción genómica de los padres, equivalente al valor promedio de HCE de la progeñie.

El alto rendimiento de una cruce puede deberse a la suma de efectos aditivos de los genes de las dos líneas progenitoras, o bien, a los efectos de la interacción de los alelos dominantes de un progenitor con los alelos recesivos de otro progenitor (Falconer, 1985)

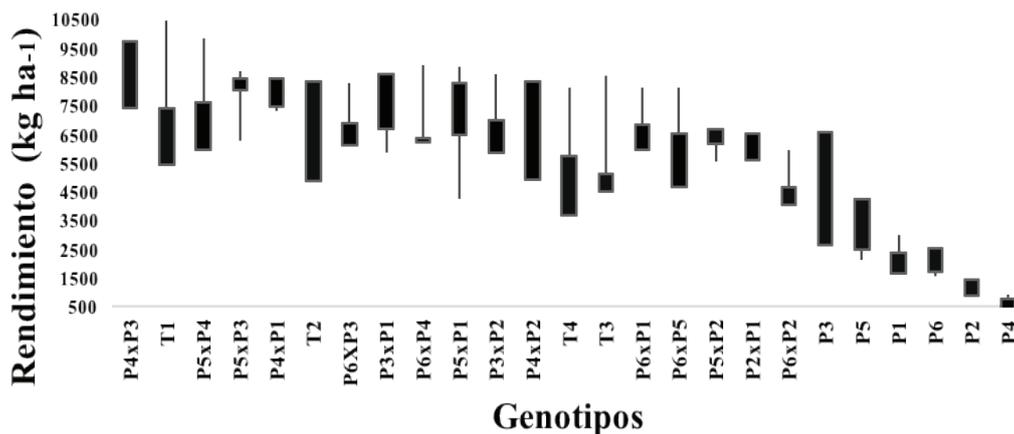


Fig. 1. Rendimiento en kg ha^{-1} de los diferentes genotipos y testigos comerciales en estudio. P_1 =CML226; P_2 =CML229; P_3 =CML428; P_4 =CML453; P_5 =CML486; P_6 =CML487, T1=DK-7088, T2=H5070, T3=PM-213, T4=EXP-05

Tabla 1. Efectos de habilidad combinatoria general (en la diagonal) y habilidad combinatoria específica (fuera de la diagonal) aplicando el modelo II de Griffing (1956)

	Progenitores					
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
P ₁	44	1262	417	2118	1081	1653
P ₂		-705	1264	1815	1073	562
P ₃			817	2155	1198	892
P ₄				-71	2060	1742
P ₅					239	941
P ₆						-323

$P_1 = CML226$; $P_2 = CML229$; $P_3 = CML428$; $P_4 = CML453$; $P_5 = CML486$; $P_6 = CML487$

La alta significancia de la HCE muestra la existencia de cruzamientos específicos de un alto valor sobredominante de algunas líneas que pudieran ser utilizados para la formación de híbridos, Gutierrez et al. (2002).

Tabla 2. Heterosis con base al progenitor medio (h) y al progenitor superior (h') para el rendimiento de grano de las cruzas directas

Genotipos	h %	h' %	Genotipos	h %	h' %
P ₂ xP ₁	242	156	P ₆ xP ₂	215	149
P ₃ xP ₁	106	61	P ₄ xP ₃	256	99
P ₄ xP ₁	424	218	P ₅ xP ₃	119	84
P ₅ xP ₁	162	140	P ₆ xP ₃	121	64
P ₆ xP ₁	211	188	P ₅ xP ₄	359	170
P ₃ xP ₂	155	63	P ₆ xP ₄	441	238
P ₄ xP ₂	676	453	P ₆ xP ₅	160	123
P ₅ xP ₂	203	114			

$P_1 = CML226$; $P_2 = CML229$; $P_3 = CML428$; $P_4 = CML453$; $P_5 = CML486$; $P_6 = CML487$,

$h =$ heterosis con base en el promedio de progenitores, $h' =$ heterosis con base en el progenitor superior

CONCLUSIONES

La variabilidad genética mostró predominancia del efecto de dominancia. El hecho de tener valores negativos o positivos para HCG, no es señal de que se puedan formar cruzas superiores o inferiores en rendimiento del grano, pues ello depende del grado de dominancia de los genotipos. Los efectos aditivos fueron reducidos por lo que es factible explotar su heterosis para la obtención de híbridos promisorios.

BIBLIOGRAFÍA

- De la Cruz LE, Córdoba EHO, Estrada MAB, Mendoza JDP, Gómez AV, Brito NPM. (2009). Rendimiento de grano en genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población . Univ.Ciencia. (25), 93-98.
- Espinosa CA, J Ortiz C, A Ramírez F, N O Gómez M, A Martínez G. (1988). Estabilidad y comportamiento de líneas *per se* y cruzas de maíz en la producción de semilla. Agri. Tec. Mex. Vol 24 Num. (1), 27-36.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Canberra, Australia: Australian journal of Biological Science. doi:10.1071/BI9560463
- Gutierrez E, Palomo A, Espinoza A, De la Cruz E. (2002). Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. Revista Fitotécnica Mexicana, vol 25. 271-277 p.
- Puertas GM. (1992). Genética Fundamentos y Perspectivas. McGraw - Hill. España. 741 p.
- Sierra MM, Preciado RE. (1988). Análisis e interpretación de cruzas dialélicas con germoplasma tropical precoz de maíz. Rev. Fitotec. Mex (11), 92-102.
- Wong RR, Gutiérrez RE, Palomo EGA, Rodríguez SH, Córdoba HO, Espinoza BA, Lozano JJG. (2007). Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la comarca lagunera. México. Rev. Fitotec. Mex. 30(2), 181-189.

Análisis Genético de la Resistencia a Royas en Trigo de Origen Mexicano (*Triticum aestivum* L.)

Luis J Ponce¹, Julio Huerta-Espino², Ravi Singh³, Matthew Rouse⁴, James Kolmer⁴

¹Programa de Cereales, INIAP - Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana Sur Km 1, Mejía, Pichincha, Ecuador.

²Campo Experimental Valle de México INIFAP, Apdo. Postal 10, 56230 Chapingo, Estado de México, México.

³Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Apdo. Postal 60641, 56237 México, DF, México.

⁴Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), Laboratorio de Enfermedades de Cereales (CDL), 1551 Calle Lindig, Saint Paul, MN 55108, EEUU.

E-mail: luis.ponce@iniap.gob.ec

Palabras clave: *postulación, identificación, genes, royas, Triticum aestivum.*

Área temática: *Agrobiotecnología, Mejoramiento y Recursos genéticos.*

INTRODUCCIÓN

Las royas son las enfermedades más importantes que atacan al cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.), y de ellas, la roya del tallo y de la hoja son las de mayor importancia a nivel mundial, porque provocan grandes pérdidas económicas a los productores. La roya del tallo causada por el hongo *Puccinia graminis* f. sp. tritici, es la enfermedad más temida por los agricultores, ya que un cultivo aparentemente sano tres semanas antes de la cosecha puede ser reducido a un montón de tallos rotos y granos arrugados, provocando la pérdida total del cultivo (Roelfs et al., 1992, Roelfs, 1978; Singh et al., 2011; FAO 2017). Por otra parte, la roya de la hoja causada por el hongo *Puccinia triticina* Eriks, es la enfermedad más difundida en el mundo, se encuentra en casi todas las regiones donde se cultiva trigo, y causa pérdidas entre el 10 y 60% en el rendimiento, según Roelfs et al. (1992) y Herrera-Foessel et al. (2006), respectivamente. Para proteger el cultivo de trigo de estas enfermedades, el método más eficaz, desde el punto de vista económico y ambiental, es el uso de variedades con resistencia genética, de ahí la importancia de los programas de mejoramiento de trigo, los cuales desarrollan constantemente germoplasma con características deseables adaptados a las principales zonas de producción de cada región.

La postulación de genes permite conocer los genes de resistencia que una variedad de trigo posee. Para lo cual se tienen que evaluar plántulas de las variedades o líneas cuyos genes de resistencia se desconocen junto a líneas hospedantes que poseen genes de resistencia conocidos (diferenciales), empleando aislamientos con muchos genes de avirulencia y virulencia. Este procedimiento consiste en comparar la reacción de infección de las líneas en estudio con la de los diferenciales a través de todos los aislamientos empleados. El objetivo de este estudio fue: postular e identificar genes de resistencia a roya del tallo y de la hoja en germoplasma de origen mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se desarrollaron en el Laboratorio de Enfermedades de Cereales del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en la Universidad de Minnesota (CDL-USDA-U of MN).

- Ensayos en plántulas en invernadero

Se emplearon 76 líneas de trigo harinero de origen mexicano, además de los sets de 20 diferenciales de roya de la hoja y roya del tallo. Se utilizaron 10 razas de roya de la hoja y 10 de roya del tallo.

Se sembraron 20 juegos de los 76 genotipos más el set de 20 diferenciales, 10 para roya de la hoja y 10 para roya tallo, un juego por cada raza de roya empleada. Para la siembra se emplearon macetas plásticas con Vermiculita como sustrato, en cada maceta cuatro genotipos y se usaron cinco semillas de cada línea. La inoculación se realizó cuando emergió completamente la hoja primaria. Las urediosporas de las royas se inocularon de acuerdo con lo descrito por Rouse et al. (2011). Después de la inoculación las plántulas se colocaron en una cámara de rocío por 16 horas, posteriormente se colocaron en el invernadero donde la temperatura se mantuvo a 22 ± 2 °C durante el día y a 18 ± 2 °C durante la noche, empleando luz complementaria durante el día y la noche para proveer un fotoperiodo de 16 horas.

La lectura del tipo de infección (TI) en las hojas primarias se realizó a los 14 días después de la inoculación, para ello se empleó la escala de 0 a 4 descrita por Stakman et al. (1962), donde 0-2 es resistente (presencia de genes de resistencia) y 3-4 es susceptible (ausencia de genes de resistencia). Estas pruebas se realizaron en dos ocasiones o repeticiones para corroborar los datos fenotípicos.

- Análisis molecular

En laboratorio se corrieron marcadores moleculares ligados a genes de planta adulta conocidos; para ello, se tomaron muestras de tejido de las 76 líneas en evaluación y se extrajo su ADN. Después de extraer el ADN se cuantificó su concentración empleando un Nanodrop, una vez cuantificado el ADN se homogeneizaron las muestras a 50 ng/ μ l. Se emplearon marcadores SSR (Simple Sequence Repeat) para los genes Sr31, Sr38 y Lr34/Sr57, un marcador CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences) para el gen Sr2/Lr27, y un marcador KASP (Kompetitive Allele Specific PCR) para el gen Sr12.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Existen más de 50 genes designados en trigo que confieren resistencia a roya del tallo (McIntosh, 1998), en el presente estudio se identificaron siete de estos genes: en plántula Sr7a, Sr8a y Sr11; y empleando técnicas moleculares los genes Sr12, Sr31, Sr2 y Sr57, se observaron fenotipos con un solo gen o hasta en 21 combinaciones distintas de hasta cuatro genes diferentes. La postulación de genes se realizó empleando los datos fenotípicos recolectados en plántula en invernadero. Se observó un tipo de infección denominado mosaico, este tipo de lectura denota la presencia de genes de planta adulta (APR). Cabe mencionar que en diez genotipos no se postuló ningún gen. Por otra parte, la identificación de los genes Sr2/Lr27, Sr12, Sr31 y Sr57/Lr34 se realizó empleando marcadores ligados a estos genes conocidos. También se corrió el marcador Ventrium_LN2 ligado al gen Sr38; los resultados mostraron que ninguno de los genotipos en estudio es portador de este gen.

Para el caso de la roya de la hoja, hay más de 70 genes designados en trigo que confieren resistencia a esta roya (McIntosh, 1998), de estos se logró identificar nueve genes: en

plántula Lr1, Lr10, Lr14a, Lr16, Lr17, Lr23 y Lr26; y empleando marcadores moleculares los genes Lr27 y Lr34, se observaron fenotipos con un solo gen o con 16 diversas combinaciones de hasta cuatro genes. La postulación de genes se realizó empleando la lectura registrada en las líneas diferenciales de roya de la hoja. Se identificó el tipo de infección mesotético en algunas líneas del germoplasma evaluado, denotando la posible presencia de genes de resistencia específica o la presencia de genes complementarios. Se encontraron genes desconocidos presentes en 6 de las líneas evaluadas, los cuales no se pudieron identificar con las razas LR empleadas; y no se postuló ningún gen en 13 de las líneas en estudio. Para la identificación de los genes de planta adulta Lr27/Sr2 y Lr34/Sr57 se empleó la ayuda de marcadores moleculares ligados a estos genes.

CONCLUSIONES

Las líneas de origen mexicano usadas en este estudio poseen nueve genes de resistencia para roya de hoja y siete genes de resistencia para roya del tallo, ya sean solos o combinados. Dentro de estos están genes pleiotrópicos de planta adulta (APR) los cuales son efectivos contra las royas. Además se identificó un gen desconocido con un tipo de infección muy similar a Lr28 presente en tres de las líneas. Aunque el trigo no es endémico de México, el germoplasma de origen mexicano posee una base genética amplia, la cual puede ser usada a través de programas de mejoramiento genético como base para desarrollar variedades con resistencia durable y/o de desarrollo lento a royas, necesarias en campos de agricultores.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. (2017). Wheat Stem Rust - Ug99 (Race TTKSK). <http://www.fao.org/agriculture/crops/rust/stem/rust-report/stem-ug99racettksk/es/> Consultada 19 Abril 2017
- Herrera-Foessel, S. A., R. P. Singh, J. Huerta-Espino, J. Crossa, J. Yuen, and A. Djurle. (2006). Effect of leaf rust on grain yield and yield traits of durum wheats with race-specific and slow-rusting resistance to leaf rust. *Plant Disease*. (90), 1065-1072.
- McIntosh, R. A., G. E. Hart, K. M. Devos, M. D. Gale, and W. J. Rogers. (1998). Catalogue of gene symbols for wheat. In: *Proc. 9th Int. Wheat Genet. Symp. Vol. 5*, Univ. Extension Press. Univ. Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Roelfs, A. P., R. P. Singh, and E. E. Saari. (1992). *The Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management*. México, D.F.: CIMMYT. 81 p.
- Roelfs, A. P., y J. W. Martens. (1998). An international system of nomenclature for *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Phytopathology*. (78), 526-533.
- Rouse, M. N., R. Wanyera, P. Njau, and Y. Jin. (2011). Sources of resistance to stem rust race Ug99 in spring wheat germplasm. *Plant Disease*. (95), 762-766.
- Singh, R. P., J. Huerta-Espino, S. Bhavani, S. A. Herrera-Foessel, D. Singh, P. K. Singh, G. Velu, R. Mason, Y. Jin, P. Njau and J. Crossa. (2011). Race non-specific resistance to rust diseases in CIMMYT spring wheats. *Euphytica*. (179), 175-186.
- Stakman, E. C., D. M. Steward, and W. Q. Loegering. (1962). Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. *USDA Agric. Res. Serv. E-617*. 53 p.

Avances en la Clonación de Plantas Progenitoras del Híbrido INIAP-Tenera de Palma de Aceite

Elisa Quiala^{1,2}, *Noelys Ruiz*², *Ernesto Paredes*², *Mercedes Navarrete*², *Digner Ortega*²,
*Silvia Zambrano*², *Julio C. Rivadeneira*², *Saúl A. Mestanza*¹

¹Estación Experimental Litoral Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Km 26 vía Durán-Tambo, Virgen de Fátima. San Jacinto de Yaguachi, Ecuador.

²Estación Experimental Santo Domingo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Km 38 vía Quinindé, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

E-mail: elisa.quiala@iniap.gob.ec; elisa_quiala@yahoo.com

Palabras clave: Propagación clonal, embriogénesis somática, *Elaeis guinensis* Jacq.

Área temática: Recursos fitogenéticos, mejoramiento y agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha ofrecido por más de 40 años al palmicultor ecuatoriano, el híbrido mejorado INIAP-Tenera de palma de aceite (*E. guinensis* Dura x *E. guinensis* Pisífera), el cual se destaca por su alto rendimiento (INIAP, 2003). En la actualidad la estación cuenta con un banco de germoplasma de plantas *E. guinensis* Dura y *E. guinensis* Pisífera, progenitores de este híbrido. La edad de estas plantas supera los 25 años y a mediano plazo existe el riesgo de perder materiales únicos fruto de la selección y el mejoramiento genético, por lo que la propagación vegetativa sería la única solución para conservar y replicar este valioso germoplasma envejecido. Sin embargo, debido a que esta especie no produce retoños como otras especies de palma, solo a través de la biotecnología se podrían obtener plantas clonales (Muniran et al., 2008). En este sentido, existen protocolos en la literatura internacional que describen la regeneración de plantas de palma de aceite a partir de segmentos de hojas de la flecha (Mondjeli et al., 2015) y de inflorescencias masculinas inmaduras (Jayanthi et al., 2015). No obstante, no existe un protocolo universal para el cultivo *in vitro* de la palma de aceite porque la respuesta está influenciada por el genotipo, el estado fisiológico de la planta y el origen del explante. A medida que la planta envejece se hace más difícil lograr la respuesta positiva al cultivo *in vitro* de los explantes que proceden de ella. Por lo que es necesario en la mayoría de los casos, estudiar la respuesta del material vegetal ajustando los protocolos existentes. El presente trabajo tuvo como objetivo establecer un protocolo de propagación clonal a partir de plantas progenitoras del híbrido INIAP-Tenera de palma de aceite mediante la selección de un explante inicial que respondiera positivamente al cultivo *in vitro* y el ajuste de un protocolo referido en la literatura internacional para este tipo de explante.

MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta del material vegetal se realizó en la Estación Experimental Santo Domingo del INIAP, donde se encuentra ubicado el Banco Genético de palma aceitera. Para esta recolección se seleccionaron 14 plantas madres (Dura) donantes enfermas con anillo rojo, las cuales están prescritas a desaparecer, teniendo en cuenta que esta enfermedad a mediano plazo es considerada letal para la planta; a partir de estas se aislaron los explantes. El tipo de explante utilizado estuvo en dependencia de la disponibilidad del

mismo en cada planta. Se estableció un protocolo de desinfección para cada uno de los tipos de materiales vegetales. En un primer grupo de experimentos se estudió el efecto de tres tipos de auxinas (2,4-D, ANA y Picloram) en la respuesta morfogénica de diferentes tipos de explantes (segmentos de hojas de la flecha, segmentos de raíces e inflorescencias masculinas inmaduras) con el objetivo de seleccionar el tipo de explante más promisorio para iniciar la embriogénesis somática. Una vez seleccionado el tipo de explante se evaluó, la influencia del estado de desarrollo de este explante inicial en la respuesta callogénica. Se tomó como referencia el protocolo de Jayanthi et al., (2015) descrito para la embriogénesis somática en palma de aceite. Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete de programas SPSS versión 21 para Windows del 2012. Para la comparación entre las medias no paramétricas se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis y para la comparación entre parejas de grupos la prueba U de Mann-Whitney. Para las variables con normalidad se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). En todos los casos para determinar el grado de significación entre las medias se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor tipo de explante para inducir la formación de callos en las plantas progenitoras del híbrido INIAP-Tenera de palma aceitera fueron las inflorescencias inmaduras. La mejor variante de medio cultivo para la inducción de los callos estuvo compuesta por el 100% de las sales MS y una combinación de 100 μM de 2,4-D + 100 μM de Picloram con el cual se obtiene una frecuencia de callogénesis del 88,5%. El estado de desarrollo de la inflorescencia influyó en la frecuencia de formación de callos y en la morfología de estos. A los ocho meses, las inflorescencias de las hojas más inmaduras formaron callos compactos de color amarillo-cremoso con estructuras, en la superficie, de color blanco-traslúcido. Mientras que las espiguillas de la inflorescencia más próxima al meristemo desarrollaron callos también compactos pero con estructuras nodulares de color blanco-opaco, lo que en palma se asocia con la presencia de embriones en estado temprano de desarrollo. Estos resultados son similares a los descritos por Jayanthi et al., (2015), quienes obtienen un 82% de formación de callos embriogénicos a partir de inflorescencias masculinas inmaduras de *E. guinensis* Dura, después de 12 meses en un medio de cultivo, pero con una combinación de 150 μM de 2,4-D + 150 μM de Picloram.

CONCLUSIONES

Las inflorescencias masculinas inmaduras fueron los explantes que mejor respuesta morfogénica tuvieron durante la fase de formación de los callos. Se determinó además que mientras más joven y próximo al meristemo apical este la inflorescencia mejor será su respuesta a la formación de callos. Debido a que los resultados obtenidos tanto en los porcentajes de formación de callos como en la morfología de los mismos fueron similares a la del protocolo de Jayanthi et al., (2015), se seleccionó este protocolo con algunas modificaciones para la formación de callos embriogénicos, como el más promisorio para continuar con el desarrollo de las subsiguientes fases de la embriogénesis somática.

BIBLIOGRAFÍA

- Mondjeli C., Nchu W.A., Godswill N.N., Wiendi N.M.A., Wachjar A., Frank G.N.E. (2015). Induction of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq. var. Tenera) callogenesis and somatic embryogenesis from young leaf explants. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 3:004-010
- Jayanthi M., Susanthi B., Mohan N.M., Mandal P.K. (2015). *In vitro* somatic embryogenesis and plantlet regeneration from immature male inflorescence of adult dura and tenera palms of *Elaeis guineensis* (Jacq.). *Springer Plus* (2015) 4:256.
- Vegas A., Ortega D., Gualoto W., Paredes E., Rebolledo E., Quintero L., Ortega J. (2016). Respuesta de la palma Africana híbrido INIAP-Tenera cultivada *in vitro* según el tipo de explante y niveles de ácido naftalenacético. *Bioagro* 28(3) 193-200.

Estudio de Plantas medicinales Presentes en los Sistemas de Producción de Cacao y Café en Cuatro Provincias de la Amazonía Ecuatoriana

Nelly J Paredes^{1,2}, César G Tapia³, Luis F Lima⁴, Kerly J Navia⁵

¹INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador.

²Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Extensión Norte Amazónica, Ecuador.

³INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Ecuador.

⁴INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, Ecuador.

⁵Becaria del Proyecto SENESCYT PIC-12-INIAP-002, Convenio 20120315.

E-mail: nelly.paredes@iniap.gob.ec

Palabras clave: Banco de germoplasma, colecta, entradas.

Área temática: Recursos fitogenéticos, mejoramiento y agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El 80% de la población utiliza plantas medicinales para curar diferentes dolencias (Barrera, 2002); unida a esta diversidad, existe una gran riqueza de saberes ancestrales sobre su uso y formas de aprovechar sus múltiples beneficios (Soto *et al.*, 2002). A pesar de que en los últimos años las plantas medicinales han tomado una gran importancia por la diversidad de usos que éstas presentan; no están exentas de los procesos del deterioro de los ecosistemas amazónicos, entre los que podemos mencionar: destrucción de bosques, migración, desconocimiento del valor y las formas de uso que tienen las especies vegetales nativas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, realizó la prospección de plantas medicinales en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe, lo cual permitió la conservación y documentación de estas especies medicinales. Además, ha fortalecido el Banco de germoplasma del INIAP y ha revalorizado los usos que los productores dan a las plantas medicinales. Esto como parte de las estrategias enfocadas a promover el desarrollo sostenible en la Amazonía ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La estrategia de muestreo dentro de las parcelas, estuvo condicionada por la forma que tienen los agricultores de cultivar las especies medicinales en las diferentes provincias y por la diversidad de micro-ambientes. Por tanto, una vez identificadas las especies presentes en el sistema de producción, se procedió a tomar cinco muestras representativas de cada una de ellas, y llenar el formulario con los datos de pasaporte; además a través de entrevistas semi-estructuradas a cada uno de los productores se registraron los usos de dominio público de las especies medicinales. Con el apoyo del Herbario Nacional del Ecuador se identificó muestras que no fueron posibles identificarlas en el campo.

Para identificar los sitios con mayor número de especies y usos en las parroquias colectadas se generaron mapas con el programa DIVA GIS. Se utilizó la herramienta “riqueza” y celdas de 25 x 25 km. Adicionalmente, se utilizaron estadísticos como frecuencias y tablas de contingencia para la variable usos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron 44 familias botánicas, observándose que el mayor número de entradas corresponde a las familias: *Lamiaceae* con 23 entradas, *Verbenaceae* con 18 entradas, *Solanaceae* con 14 y *Zingiberaceae* con 12 entradas; además se identificaron 15 familias botánicas con una sola entrada. En un estudio realizado en Ecuador por (De la Torre *et al.* 2008), reporta 206 familias de plantas usadas con fines medicinales en el Ecuador, coincidiendo con este estudio en que el mayor número de especies corresponde a la familia Solanaceae, posiblemente por el potencial de mayores usos presentes en esta familia (Llanos, 2010).

Las parroquias con mayor riqueza de especies vegetales, que corresponden a Lumbaqui y Dorado de Cáscales en la provincia de Sucumbíos y las parroquias de Cotundo y Tena en la provincia de Napo, con 19 a 22 especies por celda. Esta riqueza se debe probablemente, a la diversidad étnica y cultural de las poblaciones presentes en los sitios de colecta, así como al mosaico de vegetación propio de la Amazonía ecuatoriana (Ansaloni *et al.*, 2010). En cuanto a los usos que se dan a las plantas para el tratamiento de enfermedades, los productores indicaron 18 usos medicinales que contribuyen a la cura de varios órganos del cuerpo humano.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se identificaron 44 familias y 74 géneros en fincas de las 17 parroquias de las cuatro provincias en estudio, las familias botánicas mayormente presentes en los sitios de colecta fueron Lamiaceae, Solanaceae, Verbenaceae y Zingiberaceae. La mayor riqueza de especies se encontró en las provincias de Napo y Sucumbíos, en relación a los sitios visitados y 18 usos medicinales.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansaloni, R; Wilches, I; León, F; Orellana, A; Peñaherrera, E; Tovar, V; De Witte, P. (2010). Estudio Preliminar sobre Plantas Medicinales Utilizadas en algunas Comunidades de las Provincias de Azuay, Cañar y Loja, Para Afecciones del Aparato Gastrointestinal, *Revista tecnológica Espol- RTE*, 23 (1).
- Barrera, J. (2002). Fundación Aliñambi, Curso de Exportación de productos no tradicionales, Plantas medicinales.
- De la Torre, L. Navarrete, P. Muriel, M. Macía, M. Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU: Quito y Aarhus.
- Llanos, H. G. (2010). *Aislamiento, modificación estructural y evaluación biológica de metabolitos secundarios de Withania aristata (Solanaceae), endemismo canario.* (Tesis doctoral), Universidad de La Laguna, España.
- Soto, R.; Vega, G.; Tamajón, A. (2002). Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf (caña santa). *Rev. Cubana Plantas Med.* 7. 89-95.

Caracterización Ecogeográfica de *Prunus serotina* Ehrh subsp. *Capuli* (Cav.) McVaugh (Capulí) en la Región Andina de Ecuador

*Edwin, J Borja*¹, *Miguel, Guara-Requena*², *César, G Tapia*¹,
*Angélica, H Delgado*³, *Edwin, J Naranjo*¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos DENAREF.

²Universidad de Valencia Departamento de Botánica y Geología (España).

³Universidad Politécnica de Madrid (España).

E-mail: bbenkas@yahoo.com

Palabras clave: Categorías, ecogeografía morfotipos.

Área temática: Recursos genéticos.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, *Prunus serotina* Ehrh subsp. *Capuli* (Cav.) McVaugh es una especie con mucho potencial a futuro por sus diferentes usos como frutal, madera y medicinal. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el año 2012 y 2013 realizó la caracterización morfoagronómica *in situ* y colecta de semillas en toda la región Andina de Ecuador, llegando a identificarse 11 morfotipos.

Una parte importante de la caracterización es la ecografía, que aporta en el análisis de la información ambiental del sitio donde se desarrolla una especie o un conjunto de especies, identificando sus rangos de adaptabilidad (Parra-Quijano et al., 2012). Por lo tanto, la combinación de la información fenotípica, genotípica y ecológica, ayudará tanto a agricultores como fitomejoradores en la selección de especies que se puedan adaptar a condiciones ambientales particulares abaratando costos (McCouch, 2013). El presente trabajo tiene como objetivos: conocer las características climáticas, edáficas y geofísicas donde habita la especie, identificar materiales con posibles tolerancias a estrés abióticos, y detectar lugares potenciales para producción y conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizó 147 puntos georreferenciados producto de las colectas de *P. serotina*. Posteriormente, por medio de la herramienta SelecVar de CAPFITOGEN versión 2.0 (Parra-Quijano et al., 2015) se realizó la selección de variables por dos métodos y tres modos, uno generalista (opinión de expertos) y dos específicos (Análisis de Componentes Principales ACP todas la variables y ACP atendiendo a su naturaleza). Con las variables seleccionadas, en la herramienta de caracterización ecogeográfica del terreno (ELC mapas) se generó el mapa de categorías. Finalmente, el modelado de la distribución espacial se realizó mediante el algoritmo de máxima entropía (Philips et al., 2006) en el programa MaxEnt versión 3.4.1 (Philips et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Ecuador es muy común la presencia de *P. serotina* bordeando algunos cultivos entre

ellos el de *Zea mays* L., es así que ocho de las 12 variables coinciden con el trabajo de esta gramínea (Tapia et al., 2015). Dado que la distribución de *P. serotina* está acotada por una altitud mínima (2300 m.s.n.m.) y máxima (3200 m.s.n.m.). A partir de las variables seleccionadas, el mapa ELC identificó 12 categorías ecogeográficas; en cuatro de ellas (5, 6, 7 y 10) hay presencia de la especie, siendo la más relevante la 5, donde se encuentra el 83 % de las colectas. Esta categoría presenta las siguientes características ecogeográficas: precipitación anual 1017,5 mm, precipitación de julio 42,8 mm, estacionalidad en la precipitación de 42,5 mm, rango de temperatura anual de 13,4°C, estacionalidad de la temperatura 33,7, los suelos son de densidad aparente gruesa, profundos, con contenido medio de materia orgánica, ligeramente ácido, capacidad de intercambio catiónico bajo y pendiente de 8 °.

Considerando que la especie no se encuentra un rango amplio de altitud (2300 a 3200 m.s.n.m.), no se ha detectado especies que estén fuera del rango en cuanto a variables climáticas, edáficas y geofísicas. Por otro lado, según Fresnedo-Ramírez et al. (2011) indica que esta especie en México se adapta a suelos pobres, y a su vez, sirve para restaurar suelos degradados.

El modelo se ajusta perfectamente con un valor Área Bajo la Curva AUC 0,955; siendo válido a partir de 0,7 (Newbold et al., 2009). Las variables que mejor contribuyen con el modelo son capacidad de intercambio catiónico, pendiente del terreno y rango de temperatura anual. Finalmente, el modelo indica como áreas con mayor potencial para la producción y conservación de esta especie, a tres Provincias de la zona Centro: Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

CONCLUSIONES

Mediante la caracterización ecogeográfica se identificó cuatro categorías potenciales para producción y conservación *P. serotina*, siendo la categoría 5 la que mejor reúne las condiciones climáticas, edáficas y geofísicas para su óptimo desarrollo. Además, por medio del modelo MaxEnt se ha identificado la zona centro del País como la más idónea para esta especie. Por otro lado, no se encontraron materiales promisorios ya que todos están dentro del rango de desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Fresnedo-Ramírez, J., Segura, S., Muratalla-Lúa, A. (2011). Morphovariability of capulin (*Prunus serotina* Ehrh.) In the central-western region of Mexico from a plant genetic resources perspective. *Genetic Resources and Crop Evolution*, (58), 481-495.
- McCouch, S. (2013). Agriculture: feeding the future. *Nature*, 499: 23–24.
- Newbold, T. Gilbert, F., Zalat, S., El-Gabbas, A., Reader, T. (2009). Climate-based models of spatial patterns of richness in Egypt's butterfly and mammal fauna. *Journal of Biogeography*, (36), 2085-2095.
- Parra-Quijano, M., Iriondo, J.M., Torres, E. (2012). Review. Applications of ecogeography and geographic information systems in conservation and utilization of plant genetic resources. *Spanish Journal of Agriculture Research*, (10), 419-429.
- Parra-Quijano, M., Torres, E., Iriondo, J.M., López, F. (2015). Herramientas

-
-
- CAPFITOGEN para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Versión 2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Primera Edición. Madrid. 280p.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*, (190), 231-259.
- Phillips, J., Asdal, A., Brehm, J.M., Rasmussen, M., Maxted, N. (2017). *In situ* and *ex situ* diversity analysis of priority crop wild relatives in Norway. *Diversity and Distributions*, (22), 1112-1126.
- Tapia, C., Torres, E., Parra-Quijano, M. (2015). Searching for adaptation to abiotic stress: Ecogeographical analysis of highland ecuadorian maize. *Crop science*, 313: 1596-1604.
- Zhu, J.-K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell*, (167), 313-324.

Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón (CBDA)

Yolanda M Valverde¹, Joanna L Allauca¹, César G Tapia¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP.

E-mail: joanna.allauca@iniap.gob.ec

Palabras clave: conservación, recursos fitogenéticos, restitución de semilla.

Área temática: Recursos fitogenéticos.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de las Islas Galápagos, sin duda, se establece una conexión con uno de los lugares más excepcionales y mejor conservados del mundo. La importancia de su biodiversidad es reconocida a nivel nacional e internacional a través de múltiples figuras de protección como Parque Nacional Galápagos- PNG, Reserva Marina de Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad, Reserva de la Biósfera, Santuario de Ballenas y Sitio RAMSAR (PNG, 2014); riqueza natural que en los últimos tres siglos ha sido acompañada de procesos antrópicos, como la colonización y la evolución de la agricultura en las islas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, en concordancia con el Plan de Bioagricultura para Galápagos del Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, implementó en el Socavón, el primer Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario - CBDA de Galápagos con el fin de estudiar, promover el uso y conservar la agrobiodiversidad de las Islas (INIAP, 2014).

Los CBDAs fueron creados por iniciativa del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos- DENAREF del INIAP, como escenarios de conservación de la agrobiodiversidad y actualmente están reconocidos en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable - LOASFAS.

El CBDA Socavón se localiza en la parroquia El Progreso, en la isla San Cristóbal, a 238 msnm. Su objetivo es consolidar un espacio para la conservación, manejo, promoción y difusión de la agrobiodiversidad, en contribución a la seguridad alimentaria de la población insular y a disminuir la erosión genética de los cultivos adaptados a las islas. Sus principales funciones son: Fortalecer el manejo y uso de la agrobiodiversidad promoviendo su diversificación en fincas; Multiplicar variedades mejoradas y semillas nativas para restitución de estos materiales a los agricultores, y Contribuir a un mayor conocimiento de la agrobiodiversidad a través de la investigación participativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la conformación del CBDA se realizaron misiones de colecta en el sector agrícola de la isla San Cristóbal, identificándose los sectores de mayor diversidad, la especie a coleccionar, sus tiempos de siembra y cosecha. A las accesiones registradas se les asignó un código de colecta y se las acompañó de datos pasaporte, en base al formato establecido por el DENAREF. Los materiales colectados fueron llevados a la Granja, donde se les

brindó las condiciones necesarias para su adaptación y conservación dentro del CBDA. Las semillas ortodoxas son conservadas en cámaras frías, que aseguren su integridad genética por largos periodos de tiempo a temperaturas de 5°C; mientras que, para la conservación de las especies en campo, se combina el manejo tradicional de los agricultores con las tecnologías generadas por el INIAP y adaptadas a las condiciones de las islas.

Para ingresar las accesiones al Banco Nacional de Germoplasma, es necesario asignar un código ECU y cumplir con los requisitos de la base de datos ECUCOL, contar con 1500 a 2000 semillas y un porcentaje de germinación o prendimiento mayor al 85%.

Para la restitución de materiales, una de las funciones del CBDA, se priorizó realizar un intercambio de semillas, frente a la necesidad del sector agrícola de la isla de acceder a semillas de calidad y en tiempo oportuno.

En 2016 y 2017 se realizaron entrevistas individuales y semiestructuradas en la zona agrícola de la isla, con el fin de generar conocimiento sobre el agricultor quien conserva la agrobiodiversidad, tenencia de la tierra, diversidad, conocimiento y manejo de los cultivos, usos y flujo de semilla.

Mediante días de campo se ha difundido los trabajos de conservación manejo y uso de la agrobiodiversidad que se realizan al interior del CBDA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta 2017, se colectaron 120 accesiones en la zona agrícola de la isla San Cristóbal, que involucran a 24 familias botánicas, entre las cuales 25 accesiones pertenecen a la familia Musáceae, 22 a la familia Fabáceae, 13 accesiones a las Poáceas, 12 a la familia Lamiáceae, ocho a la familia Bromeliáceae, seis accesiones a cada una de las familias Solanácea y Rutáceae, cinco accesiones a cada una de las familias Rubiáceae y Euphorbiáceae. El total de accesiones abarcan 37 géneros (44 especies), entre los más importantes *Musa paradisiaca* con 16 accesiones, 11 accesiones de *Phaseolus vulgaris*, diez accesiones de *Zea mays*, ocho accesiones de *Annanas comosus* y *Musa acuminata* respectivamente.

Se mantiene un Jardín de conservación de pastos con 25 especies, que pertenecen a 14 géneros *Bracchiaria*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Cynodon*, *Tripsacum*, *Paspalum*, *Centrosema*, *Leucaena*, *Erythrina*, *Gliricidia*, *Morus*, *Desmodium*, *Mucuna*, *Lablab*.

Al Banco Nacional de Germoplasma se ingresaron 16 accesiones, cuatro se conservan en cámara fría y 12 accesiones en campos de conservación.

Con la cantidad suficiente de semillas se realizó en 2017, el “Intercambio de Conocimiento Cultural, Semillas, Medicinales y Frutales” promoviendo la integración de varios sectores productivos y autoridades locales. Actividad reconocida en la LOASFAS mediante el Art. 29, contribuye a la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad (Tapia, et al., 2016). Los materiales restituidos a los agricultores fueron: maíz, fréjol, maní, yuca, plátano, frutilla, medicinales como: menta, hierba buena, paico, oreganón. Durante el intercambio, se contó con la presencia de 50 agricultores. Los agricultores con mayor variabilidad fueron Klever Rojas y Pablo Jaramillo con cuatro y tres cultivos cada uno. William Chicaiza y Franco Lucas presentaron mayor variabilidad en fréjol y maíz.

La información recabada mediante las entrevistas a los productores de la isla, fue compilada y publicada en 2018 en el Boletín Técnico 173 “Conocimiento, Manejo y Uso de la Agrobiodiversidad en la isla San Cristóbal”, se publicó además el Plegable Nro. 431, tríptico promocional “Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario Socavón”. Ambos fueron entregados a la población involucrada y en otras islas.

Desde su creación en 2016, el CBDA Socavón ha recibido productores de las cuatro islas habitadas, técnicos, estudiantes de escuelas y colegios, todos interesados en conocer sobre la agrobiodiversidad de cultivos relacionados con la alimentación y la agricultura, adaptados a los agroecosistemas insulares.

CONCLUSIONES

Las especies de mayor presencia son los cultivos (plátano, maíz, fréjol, banano) de mayor uso en la alimentación local. Plátano, por ejemplo, es el segundo cultivo permanente con mayor extensión y el primero de mayor cosecha, maíz es el cultivo transitorio de mayor presencia. Para conservar la agrobiodiversidad y evitar la erosión genética, es necesario continuar con la observación y toma de datos al interior del CBDA, que permita conocer las especies que muestran mayor tolerancia a las condiciones climáticas adversas (sequía, vientos) presentes en la isla. Para complementar la información sobre los pastos colectados, estas accesiones están siendo evaluadas mediante un protocolo de investigación que permita conocer su comportamiento agronómico, que descarte o evidencie diferencias preliminares observadas con sus similares en territorio continental, previo a la selección de materiales promisorios. La información sistematizada en la publicación “Conocimiento, Manejo y Uso de la agrobiodiversidad en la isla San Cristóbal” evidencia que la isla es poseedora de significativa riqueza en agrobiodiversidad, mayormente concentrada en una altitud de 150 a 250 m.s.n.m., donde es posible encontrar alrededor de 147 cultivos distribuidos en 171 fincas entrevistadas. El Intercambio Cultural y de semillas además de permitir identificar otras especies y variedades que están siendo cultivadas por los agricultores, contribuyó a fortalecer el tejido social involucrando a la población que a futuro brindará mayor sostenibilidad a estos procesos agroproductivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG). (2015). Censo de unidades de producción agropecuaria de Galápagos. Ecuador. 138 p.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos (PNG). (2014). Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora. Galápagos. Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). Investigación y transferencia de tecnologías agropecuarias sustentables y amigables con el ecosistema de Galápagos.
- Paredes, N., Tapia, C. (2014). Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDA). Publicación miscelánea No. 417. Diseño y diagramación CAPIGRAF.
- Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador. Suplemento. Año 1 – N° 10. Quito. Ecuador. 8 de junio de 2017. pp 1-16.
- Tapia, C., Monteros – Altamirano, A., Baer, N., Tacán, M., Roura, A., Peña, G., Paredes, N., Borja, E. (2016). Promocional de actividades del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (16 cartillas). Tercera edición. s.n.p.

Modificaciones Fisiológicas y Bioquímicas en Semillas de Fréjol Durante el Almacenamiento Bajo Condiciones Ambientales.

José S. Velásquez¹, Marco A. Araujo¹, E. Villacres¹, Edwin R. Cruz¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

E-mail: jose.velasquez@iniap.gob.ec

Palabras claves: Periodo de almacenamiento, vigor, germinación, actividad enzimática.

Área temática: Producción y tecnología de semillas.

INTRODUCCIÓN

La semilla es un organismo vivo que, requiere de energía proveniente de la respiración y el deterioro se inicia al momento en el que la semilla se separa de la planta madre y pasa a ser un individuo independiente. En este punto, la semilla tiene la más alta calidad, por tal razón, la anticipación de la cosecha favorece al mantenimiento de las cualidades de las semillas; principalmente, cuando en el final de la fase de maduración, las condiciones ambientales son adversas. (Velásquez et al 2008). El almacenamiento de semillas de fréjol y de varias especies de la Sierra ecuatoriana, se realiza, en condiciones bióticas y abióticas no controladas en su totalidad; siendo la temperatura y la humedad relativa factores claves para la integridad y calidad de las mismas; además, los factores inherentes a la propia semilla, como el contenido de agua, daños físicos e historial de producción, son determinantes en la longevidad de las semillas. (Peralta et al. 2009).

Los primeros signos de deterioro de semillas son la pérdida de la integridad de las membranas celulares. (Delouche & Baskin, 1973). En función de su desorganización, las semillas tienden a reducir el vigor, lo que se manifiesta en el aumento de la cantidad de lixiviados durante el proceso de remojo de las semillas. (Marcos Filho et al. 1990). El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar las alteraciones fisiológicas y bioquímicas de semillas de fréjol almacenadas en condiciones ambientales, donde la temperatura promedio fue de 15,5°C, Humedad relativa 75,1 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de semillas de la Estación Experimental Santa Catalina, la producción de semillas de fréjol se realizó en lotes de producción de la provincia de Chimborazo, cantón Pallatanga en los meses de marzo a septiembre del 2016. Se utilizaron las variedades de fréjol INIAP-481, INIAP-484, INIAP-420, INIAP-485 e INIAP-402. Las semillas fueron cosechadas manualmente con un contenido de humedad del 30%, luego fueron sometidas a secado en estufa con circulación de aire forzado, a 35°C, hasta llegar a un contenido de agua del 12%. Se evaluó la calidad fisiológica inicial de las semillas en cinco épocas diferentes en el inicio del almacenamiento y cada dos meses, durante un año, se realizaron pruebas de germinación, y se tomaron las siguientes variables: primer conteo, longitud de raíces, longitud de hipocótilo de las plántulas y emergencia en campo. La determinación de proteína total se realizó por el método Kjeldahl. Después se realizó el cálculo para estimar el total de proteínas, utilizando el factor de corrección



6.25. Las modificaciones bioquímicas se evaluaron a través de la medición de la actividad enzimática de malato deshidrogenasa (MDH), glutamato deshidrogenasa (GDH), esterase y fosfatasa ácida en semillas de fréjol, antes del almacenamiento y cada dos meses, durante un año. Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño completamente al azar, en arreglo factorial 5x5, con 4 observaciones. Se realizaron los análisis de la variancia y el estudio de regresión polinomial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de germinación inicial de los cultivares antes del período de almacenamiento, variaron de 92 a 97%. La variedad INIAP-481 fue la única que mantuvo su porcentaje de germinación de 97% por doce meses de almacenamiento, mientras que las variedades INIAP-484, INIAP-402, INIAP-420 e INIAP-485, presentaron un decrecimiento lineal en la germinación de 8, 5, 9 y 11%, respectivamente.

Se determinó que la actividad de la enzima malato deshidrogenasa de la variedad INIAP-481 se mantuvo constante, durante el almacenamiento bajo condiciones ambientales. Mientras que en las variedades INIAP-402 e INIAP-484 la actividad de la enzima tendió a disminuir, en forma lineal con el tiempo de almacenamiento. En las variedades INIAP-485 e INIAP-420, se alteró su metabolismo respiratorio, provocando un aumento en la actividad de la MDH, probablemente debido al incremento de la humedad relativa del aire.

El aumento de la actividad de la enzima MDH también puede ser debido al aumento de la expresión de ésta en diferentes compartimentos celulares, por el aumento de la respiración en las semillas que se encontraban en proceso de deterioro, conforme Shatters et al. (1994). Lo expuesto se corroboró a través de mediciones de la actividad enzimática en variedades más y menos vigorosas, tal es el caso de INIAP-481, una variedad vigorosa, que presentó una actividad enzimática estable, mientras que INIAP-484 e INIAP-402, al ser variedades menos vigorosas, fueron afectados por la variación de las condiciones de almacenamiento, lo que se expresó en una menor actividad enzimática. La actividad de la enzima glutamato deshidrogenasa (GDH) en las variedades INIAP-481, INIAP-484 e INIAP-402, se mantuvo estable durante el almacenamiento. Mientras que en las variedades INIAP-485 e INIAP-420 se registró un aumento de su actividad en el transcurso del almacenamiento. Resultado que podría deberse a las características propias de la variedad y un aumento de la humedad relativa.

Alteraciones en los patrones de esta enzima evidencian la ocurrencia de eventos que deterioran la semilla. La esterasa participa en las reacciones de hidrólisis de ésteres, por lo que está directamente ligada al metabolismo de los lípidos, al igual que los fosfolípidos totales de la membrana. De acuerdo con Lin (1990), la reducción del vigor de semillas viejas de fréjol podría ser causada por pérdida del control en el compartimiento intracelular y alteración en las concentraciones de metabolitos, resultado de la pérdida de lípidos de la membrana.

CONCLUSIONES

La actividad de las enzimas malato y glutamato deshidrogenasa se mantuvo estable durante el almacenamiento en condiciones ambientales en las variedades vigorosas

(INIAP-481, INIAP-484 e INIAP- 402). La enzima esterasa aumentó su actividad durante el almacenamiento en condiciones ambientales, independientemente de la calidad fisiológica de las semillas de fréjol. Los potenciales de almacenamiento bajo condiciones ambientales variaron entre las variedades INIAP-481, INIAP-484 como las más vigorosas, INIAP-485 e INIAP-420 las menos vigorosas. Se puede estimar la calidad fisiológica de las semillas y su vigor a través de la determinación de la actividad enzimática (MDH y GDH).

BIBLIOGRAFÍA

- Delouche, J. C., & Baskin, C. C. (2016). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots.
- Lin, S. S. (1990). Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, (2), 1-6.
- Macedo, E. C., Groth, D., & Soave, J. (1999). Influência da embalagem do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de arroz. *Rev. Brasil. de Sementes*, 21(1), 67-65.
- Marcos Filho, J., da Silva, W. R., Novembre, A. D. C., & Chamma, H. M. P. (1990). Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25(12), 1805-1815.
- Peralta, E., A. Murillo, N. Mazón. (2009). Producción y distribución de semilla de buena calidad de fréjol arbustivo con pequeños agricultores, a través de un sistema no convencional (Artesal). Publicación Miscelánea No. 147. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 56 p.
- Velásquez, J., Monteros. A., Tapia. C., (2008). Semillas, Tecnología de Producción y Conservación. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador. 135 p.

Tecnologías de Recubrimiento en Semillas de Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Para Mejorar Indices de Germinación y Desarrollo Radicular

Klever Quimbiulco¹, S. Nelly Deleg¹, Clever Castillo¹, Guido Yauli¹

¹Carrera de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
E-mail:klever.quimbiulco@utc.edu.ec

Palabras clave: Organomineral, *Trichoderma*, velocidad de emergencia.
Área temática: Producción de semillas.

INTRODUCCIÓN

La quinoa se ha constituido en un alimento básico de los pueblos Andinos y su consumo varía desde pito, kispña, quinoa graneada, sopa de quinoa, pan, galletas, etc. (Morales, 1988). El grano de quinoa tiene un alto contenido de proteína cruda (12-19%) y a los aminoácidos limitantes: como la lisina y metionina, superan en calidad a otros granos como el arroz, maíz, trigo y cebada cuyo consumo se ha generalizado (Improta, 2000). Este grano es un alimento que posee todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), que a su vez señala que se deben hacer todos los esfuerzos necesarios para poder aprovechar estos recursos y darle una mayor importancia (FAO, 2001). Una de las limitantes para los agricultores dedicados a este cultivo es precisamente el tamaño reducido de la semilla que dificulta su manejo y la precisión a la hora de la siembra. Alcanzar el perfeccionamiento en los sistemas de producción agrícola es el principal objetivo de técnicos e investigadores. Sin embargo existen, algunos procesos de producción que todavía no se encuentran suficientemente controlados. Aquí se destacan, las dificultades encontradas a la hora de uniformizar todos los pasos que caracterizan a la producción vegetal, que se extienden desde la siembra y germinación, hasta la cosecha. En gran medida esto se debe a las características morfológicas, fisiológicas y genéticas que presentan algunas semillas. Ya sea por su tamaño, forma, peso y falta de uniformidad en la germinación, presencia o ausencia de determinados reguladores de crecimiento, dormancia u otras causas, las semillas hortícolas y de otras especies como la quinoa suelen presentar algunas dificultades que comprometen seriamente el proceso productivo. Uno de los métodos, recomendados para enfrentar la problemática planteada es el recubrimiento de semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Técnica De Cotopaxi. Se evaluó el efecto de cuatro tipos de recubrimientos (Roca Fosfórica, Zeolita, turba y estiércol de vaca deshidratada) con y sin adición de Microorganismos antagonistas (*Trichoderma harzanium*) en semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Para los ensayos se emplearon semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa*). El método para aplicar los medios biológicos fue la peletización de las semillas. Los tratamientos empleados en el experimento son los siguientes: Control absoluto (sin aplicación),

recubrimiento con zeolita malla 300 (R1Z), recubrimiento con roca fosfórica malla 300 comercial (R2RF), recubrimiento con turba comercial (R3T), recubrimiento con estiércol deshidratado vacuno (R4EV), recubrimiento con zeolita malla 300 más *Trichoderma* procedente del Laboratorio de Fitopatología de la Carrera de Agronomía. (R1Z+ *Trichoderma*), recubrimiento con roca fosfórica malla 300 comercial más *Trichoderma* (R2RF+*Trichoderma*), recubrimiento con Turba comercial más *Trichoderma* (R3T+*Trichoderma*), recubrimiento con estiércol deshidratado vacuno más *Trichoderma* (R4EV+*Trichoderma*). Para peletizar las semillas se usó una maquina centrifuga lenta, y material inherente un polímero (liquidó G). La Inoculación y cultivo se realizó bajo condiciones de Laboratorio en cajas Petri.(Martin et al 2014). Se utilizó un DCA, con tres repeticiones y 20 semillas por cada tratamiento.Las evaluaciones consistieron en la determinación de: porcentaje de germinación. (PG), Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), Longitud media de la Plúmula (LP), Longitud media de la Radícula (LR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de evaluar el efecto de los recubrimientos sobre las semillas de quinua bajo condiciones de Laboratorio, se demuestran que los Tratamientos T3 y T4, fueron los que tuvieron diferencias estadísticas significativas, con respecto al resto de tratamientos en estudio, demostrándose que los recubrimientos órgano-minerales nutritivos enriquecidos con microorganismos benéficos, favorecen notablemente al proceso de germinación y al desarrollo radicular de la planta, garantizando de esta manera una adecuada absorción de nutrientes y crecimiento inicial de la planta.(Tabla 1).

Tabla 1. Efecto del recubrimiento organomineral, sobre las semillas de quinua

TRATAMIENTO	PG	(IVE)	(LP)	(LR)
	%		cm	
T1 (Zeolita)	87,65	5,3	1,2	2,1
T2(R. Fosfórica)	88,5	6,5	2,2	2,5
T7(Turba)	89,7	7,8	2,5	2,8
T8(E. Vaca)	92,6	8,4	3,2	2,75
T5(Z+Tricho)	88,7	5,8	1,5	2,3
T6(RF+ Tricho)	89,8	6,88	2,5	2,21
T3 (Tu+Tricho)	92,3	8,2	2,8	3,5
T4 (Vac+Tricho)	96,78	8,7	3,8	3,8
Testigo	87	5,1	1,1	2

CONCLUSIONES

Todos los tratamientos que contienen recubrimiento, tienen diferencia significativa, frente al testigo que no dispone de ningún tipo de recubrimiento, que de entre los recubrimientos, aquellos a los que se les adiciono, microorganismos (*Trichoderma harzanium*), presentan mejores resultados, que los tratamientos con recubrimientos de

estiércol de vaca deshidratada más *Trichoderma*, presentan resultados significativos en las diferentes variables, especialmente en las de longitud media de la Plúmula (LP), y de la longitud media de la Radícula (LR), que se aplique y se generalice el uso de esta tecnología, especialmente en cultivos de interés agrícola, como los de la quinua y amaranto y otros cultivos Andinos, continuar investigando, el uso de otros microorganismos benéficos, entomopatógenos, como parte del control Integrado de plagas y enfermedades, para de esta manera impulsar el desarrollo de una Agricultura Sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Abawi, G. S., & Pastor-Corrales, M. A. (1990). Root rot of beans in Latin American and Africa: Diagnosis, Research, Methodologies, and Management Strategies. CIAT, Cali, Colombia. *Resúmenes Analíticos sobre Frijol*, 3(68), 114.
- Bais, H. P., Fall, R., & Vivanco, J. M. (2004). Biocontrol of *Bacillus subtilis* against infection of *Arabidopsis* roots by *Pseudomonas syringae* is facilitated by biofilm formation and surfactin production. *Plant physiology*, 134(1), 307-319.
- Bara, M. T. F., Lima, A. L., & Ulhoa, C. J. (2003). Purification and characterization of an exo- β -1, 3-glucanase produced by *Trichoderma asperellum*. *FEMS Microbiology Letters*, 219(1), 81-85.
- Castellanos, J., Ortiz, L., Oliva, P., Dueñas, H., Fresnedo, J., Fraga, S., & Meléndez, O. (2004). Estudios relacionados con el uso de *Bacillus subtilis* en el control de hongos fitopatógenos. *Revista Agrotecnia de Cuba*.
- Castro Franco, J. (1962). Observaciones sobre la variación asexual en *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary.
- Martín Alonso, G. M., González Cañizarez, P. J., Ramón, R. E., Arzola Batista, J., & Pérez Díaz, A. (2014). Efecto de la aplicación de estiércol vacuno e inoculación micorrizica sobre el crecimiento y producción de semillas de *Canavalia ensiformis* en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. *Cultivos Tropicales*, 35(1), 86-91.
- Simposio de Agricultura sostenible. XIV Congreso Científico. INCA, La Habana, Cuba. Nov. 9-12, 2004, 60 p. CHU, G.X., S.A. Wakelin, L. Condrón, A. Stewart. Effect of soil copper on the response of soil fungal communities to the addition of plant residues. *Pedobiologia*, (53), 353-359, 2010.

Rangos de conductividad eléctrica en semilla tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Jessica L. Valdez¹, Héctor J. Andrade¹ y Diego D. Arias²

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

²Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario Laboratorio de Semillas (AGROCALIDAD). Quito, Ecuador.

E-mail: jlvaldez@uce.edu.ec

Palabras clave: Calidad fisiológica, equipo SAD 9000-S, poder germinativo.

Área temática: Producción de semillas.

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol es uno de los cultivos frutícolas más importantes del Ecuador (Ramírez, Grijalva, Navarrete y Guerrero, 2015). El uso de una semilla de calidad constituye uno de los factores más importantes que contribuye a obtener uniformidad en la germinación y desarrollo inicial de las plantas asegurando la producción y productividad agrícola (AGROCALIDAD, 2015). La calidad de la semilla comprende cuatro componentes: genético, fisiológico, físico y fitosanitario (Terenti, 2004). El atributo más importante de las semillas es la calidad genética. Sin embargo, le sigue la calidad fisiológica representada por el poder germinativo y el vigor de las semillas (Peske, Barros y Schuch, 2010). El análisis de la calidad de las semillas de tomate de árbol tarda alrededor de 30 días mediante la prueba de germinación estándar (Meza y Manzano, 2007). La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Semillas de Agrocalidad, siendo el objetivo establecer los rangos de conductividad eléctrica en once genotipos de tomate de árbol utilizando el equipo SAD 9000-S (Analizador Automático de Semillas) para evaluar la calidad fisiológica de las semillas a través del poder germinativo en un periodo de tiempo de 24 horas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal para la investigación proviene de los cantones de Baños, Patate y Pelileo. El diseño experimental empleado fue un DCA con cuatro repeticiones de 100 semillas por cada genotipo para las variables poder germinativo y conductividad eléctrica, complementado con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%. Para determinar el porcentaje de poder germinativo se utilizó la prueba de germinación estándar; se sumergieron 4400 semillas en una solución de peróxido de hidrógeno durante 8 horas (15%), transcurrido dicho tiempo se colocaron las semillas en una solución de nitrato de potasio a una concentración de 0.3%, inmediatamente las semillas se dejaron en refrigeración durante 24 horas (Amaya y Julca, 2006). La evaluación se la realizó a los 30 días después de la siembra en turba, según el Manual sobre Evaluación de Plántulas (ISTA, 2013). Para establecer los rangos de conductividad eléctrica en el Equipo SAD 9000-S; se utilizaron otras 4400 semillas, las cuales se sumergieron en una solución de nitrato de potasio (0.3%) y fueron colocadas en refrigeración durante 24 horas. Transcurrido dicho tiempo con la ayuda del dosificador del equipo se procedió a colocar 5 ml agua destilada de 0-3 (μScm^{-1}) en las bandejas lixiviadoras y una semilla por celda; después de 24 horas de imbibición se analizó los solutos lixiviados y se establecieron los valores de

corte (cota superior y cota inferior) utilizando el porcentaje de poder germinativo obtenido en la prueba de germinación estándar; dichos valores de corte se estiman sumando la frecuencia de predicción y tienen como objetivo diferenciar de acuerdo con el principio de conductividad eléctrica, aquellas semillas que se encuentran en condiciones fisiológicas saludables de las que no lo están (Craviotto, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Gráfico 1 se puede observar que dentro del rango establecido para evaluar el poder germinativo en el equipo SAD 9000S, el cual está comprendido entre $6 \mu\text{Scm}^{-1}$ (cota inferior) y $16 \mu\text{Scm}^{-1}$ (cota superior) se encuentran 3600 semillas (82%) es decir 9 de 11 genotipos evaluados, los cuales poseen porcentajes de poder germinativo superiores a 72% y una conductividad eléctrica inferior a $12.79 \mu\text{Scm}^{-1}$. En el genotipo dos (2) se encontró la menor conductividad eléctrica $7.95 \mu\text{Scm}^{-1}$ y el mayor porcentaje de poder germinativo 89.25%. En contraste, con el genotipo diez (10) el cual tiene la mayor CE $14.22 \mu\text{Scm}^{-1}$ y el menor PG 61% (Cuadro 1). Según Pérez y Pita (2001), una mayor conductividad indica una mayor presencia de iones lixiviados, lo que se puede correlacionar con una menor emergencia de plántulas. Los iones lixiviados son inversamente proporcionales a la integridad de las membranas celulares (Soto y Valiengo, 2011).

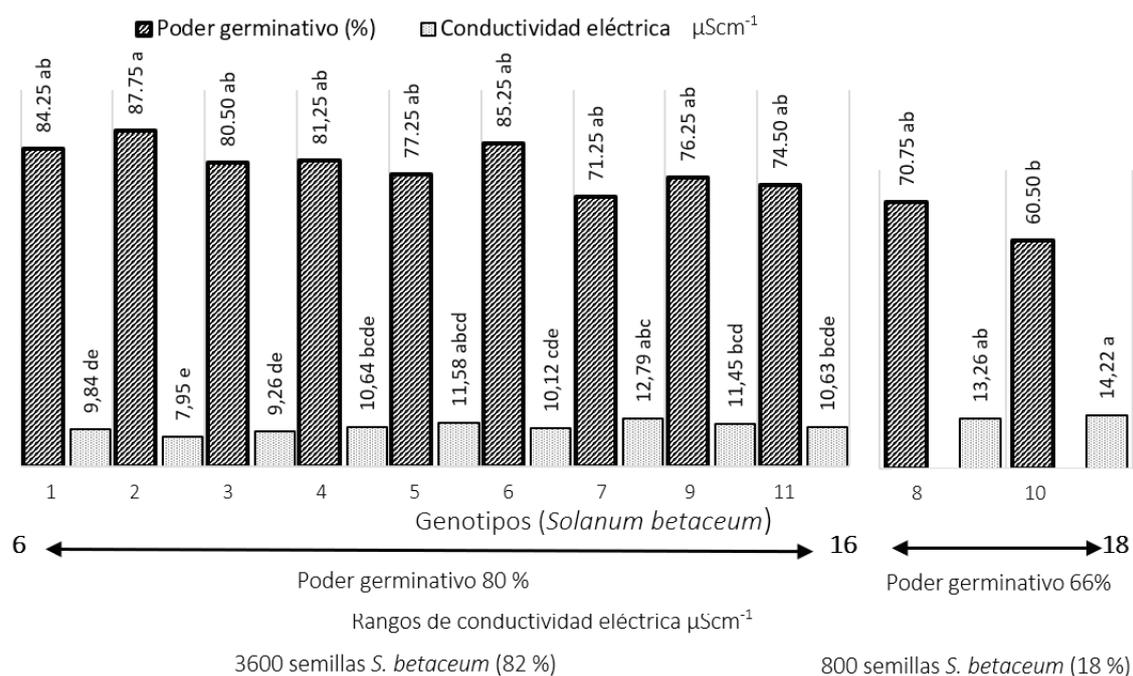


Fig. 1. Genotipos que se encuentran dentro del rango establecido.

CONCLUSIONES

La calidad fisiológica de la semilla de tomate árbol se lo puede analizar utilizando los rangos establecidos en el equipo SAD 9000-S (cota superior $16 \mu\text{Scm}^{-1}$ y cota inferior de $6 \mu\text{Scm}^{-1}$) en 24 horas o mediante la prueba de germinación estándar en 30 días. Los valores de corte establecidos en el equipo permitieron analizar el poder germinativo de los once genotipos de tomate de árbol en 24 horas, de los cuales 9 genotipos se encuentran

dentro del rango establecido, indicando que aquellas semillas (3600) tienen buena calidad fisiológica. Las dos metodologías (metodología tradicional ISTA y equipo SAD 9000-S) utilizadas para obtener el poder germinativo tienen una alta correlación ($\rho=0.998$) indicando el uso confiable de los rangos de conductividad eléctrica establecidos en el equipo SAD 9000-S.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROCALIDAD. (2015). Manual de control fitosanitario de semillas en sitios de producción, beneficio, almacenamiento y comercialización. Quito, Ecuador.
- Amaya, J y Julca, J. (2006). Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Send.). Trujillo: Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos.
- Craviotto, R. (2015). Manual Analizador Automático de Semillas-Guía de Procedimientos Biológicos SAD 9000-S. Argentina: Grupo Consultar Ingeniería e Informática y el Laboratorio de semillas de la E.E.A. Oliveros del INTA.
- ISTA [International Seed Testing Association]. (2013). Handbook on Seedling Evaluation. Zurich: Switzerland.
- Meza, N. y Manzano, J. (2007). Características morfológicas de la semilla, procesos de germinación y emergencia del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav Sendth). Revista de la Facultad de Agronomía del Zulia, 24 (1), 271-275.
- Pérez, F. y Pita, J. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: España.
- Peske, T., Barros, A. y Schuch, L. (2010). Beneficios y Obtención de Semillas de Alta Calidad. Revista SEDD news. Año XIV - N. 5.
- Ramírez, F., Grijalva, R., Navarrete, X. y Guerrero, R. (2015). Nematodos fitoparásitos asociados con tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Revista Científica Ecuatoriana, 2 (1), p. 49.
- Terenti, O. (2004). *Calidad de semilla, qué implica y cómo evaluarla*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Soto, J. y Valiengo, S. (2011). Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas en *Zeyheria tuberculosa*. *Revista el Bosque (Valdivia)*, 32 (2), 197-202.

Caracterización Molecular de Materiales Criollos de Piñón de Alta Productividad (*Jatropha curcas* L.) del Litoral Ecuatoriano

Eduardo Morillo¹, Johanna Buitrón¹ y Daysi Loachamin²

¹INIAP, Departamento de Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina.

²Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Subsecretaría de Generación y Transmisión de Energía.

E-mail: eduardo.morillo@iniap.gob.ec

Palabras clave: Marcadores moleculares, microsátélites, piñón.

Área temática: Agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Ecuador ha tomado iniciativas para un cambio en la matriz energética, con el objetivo de superar la dependencia a los combustibles fósiles (Mendoza et al., 2017). En esta línea, la generación de cultivos agro-energéticos es una de las alternativas que se han planteado para ayudar a satisfacer la demanda en la producción de biocombustibles. El piñón (*Jatropha curcas* L.), arbusto nativo de América tropical, se cultiva en la actualidad para producir aceite como biocombustible (Saturnino et al., 2005; Sonnenholzner, 2008), y es el insumo principal para el proyecto “*Generación de electricidad en las islas Galápagos*” ejecutado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). En cuanto a investigación, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) inició sus trabajos en piñón en el 2007 con el proyecto “*Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de piñón en el Litoral ecuatoriano*”, con actividades enfocadas en el rescate de diversidad genética de piñón y la selección de materiales promisorios con potencial de rendimiento y agroindustrial. Los materiales recomendados por el INIAP, no han producido sin embargo de la manera esperada en cercas vivas en todas las zonas de Manabí (Norte y Sur), por lo que según el MEER, las expectativas de producción requerida no han sido cubiertas. Cabe notar que es probable que el INIAP no haya incluido materiales criollos de alta productividad en el establecimiento de su colección; y qué existen materiales con interesantes niveles de producción en el sistema de linderos o cercas vivas (MEER, com. pers). Con estos antecedentes, el objetivo de este estudio fue caracterizar molecularmente materiales criollos de alta productividad en los sistemas de cercas vivas, y compararlos con la colección de piñón del INIAP. Para este fin se realizó un *screening* con un set de muestras tomadas en localidades de las provincias de Manabí y Santa Elena de materiales cuyos rendimientos serían de hasta 4 kg/planta de semilla. Se presentan los resultados obtenidos y las perspectivas para continuar con la investigación en este rubro de importancia para fomentar el sistema de agricultura familiar en zonas marginadas del litoral ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la extracción de ADN se tomaron muestras foliares en sílica gel de una a varias plantas de cada material o accesión (el número de muestras por accesión vario de 2 a 10 plantas de acuerdo a la extensión del lindero o superficie de siembra). Se obtuvieron así un total de 31 muestras correspondientes a siete materiales o accesiones de alta productividad. La

extracción de ADN genómico se realizó con el protocolo reportado por Souza et al. (2012). Los ADNs fueron cuantificados por espectrofotometría empleando el equipo EPOCHTM de BioTek®. La amplificación del ADN se validó en geles de agarosa con el marcador microsatélite JcSSR-26. Para el genotipaje se realizó un *screening* de polimorfismo de 40 marcadores SSRs (Sinha et al., 2015) incluyéndose adicionalmente 87 muestras del banco de ADN de la colección de piñón del INIAP. El genotipaje de la totalidad de muestras (114 ADNs) se realizó con 12 marcadores seleccionados, empleando la tecnología *M13-tailing* en LI-COR 4300s de acuerdo al protocolo detallado en Morillo&Miño (2011). Los marcadores caracterizados fueron los siguientes: pJcSSR-2627, pJcSSR-2628, pJcSSR-2656, pJcSSR-2721, pJcSSR-2760, pJcSSR-2767, pJcSSR-2785, pJcSSR-2788, pJcSSR-2806, pJcSSR-3342, pJcSSR-3401 y JcSSr26. Se utilizó el software PowerMaker V3.25 (Lui et al., 2005) para el cálculo de parámetros de diversidad, NTSYSpc ver 2.1 para el análisis de agrupamiento y multivariado (PCO), y el complemento Microsatellite Toolkit en Excel (Park 2001) para la identificación de genotipos duplicados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del genotipaje se obtuvo un total de 1368 *data points*. El análisis estadístico determinó la presencia de 29 alelos para los 12 marcadores caracterizados con un promedio de 2,4 alelos por locus SSR. El marcador pJcSSR2627 presentó el mayor PIC con un valor de 0,37. El índice promedio de contenido de polimorfismo (PIC) fue de 0.251 y la diversidad genética promedio de 0.305. Se identificaron dos alelos exclusivos de los materiales criollos (alelos 178pb-pJcSSR2788 y 179pb-JcSSr26). Los análisis de agrupamiento y multivariado distinguieron a dos accesiones de alta productividad del resto de materiales analizados. La presencia de duplicados se constató en 41 casos con un 100% de *matching*. Es interesante notar que en los siete materiales criollos de alta productividad, se observó representada toda la variabilidad de la colección de germoplasma del INIAP (INIAP, 2010; Mendoza et al., 2017), y como se señaló anteriormente incluso una variabilidad mayor.

CONCLUSIONES

Del *screening* realizado con 40 marcadores microsatélites, se estableció un set de 12 SSRs útiles para el genotipaje de piñón utilizando latecnología *M13-tailing*. Los resultados de la variabilidad de estos marcadores revelaron un limitado polimorfismo en los materiales analizados si se lo compara con lo reportado en colecciones de germoplasma de otros países. La heterocigosis esperada y el índice de polimorfismo encontrado para cada marcador SSR analizado evidenciaron valores reducidos. Así mismo se identificó un alto número de genotipos duplicados en el material analizado. Los materiales de alta productividad revelaron una variabilidad genética adicional respecto a la colección del INIAP. Este resultado, corroborado por los análisis de agrupamiento y multivariado, confirma que existe una base genética no representada en la colección del INIAP que será importante caracterizar y evaluar.

BIBLIOGRAFÍA

INIAP (2010). Caracterización molecular de la colección nacional de piñón (*Jatropha curcas*) del INIAP mediante marcadores microsatélites. In. Informe técnico Dpto.

- Nacional Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina. 28 p. Quito, Ecuador
- Mendoza, H., Mendoza, J., López, J., Mejía, N., Zambrano, F., Mendoza, M., & Ponce, W. (2017). Variabilidad genética de la colección de piñón (*Jatropha curcas* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, usando marcadores tipo microsatélites. *Revista La Técnica* (17):18-29
- Morillo, E. y Miño, G. (2011). Marcadores Moleculares en Biotecnología Agrícola: Manual de procedimientos y técnicas en INIAP. Manual No. 91. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Quito. 121 p.
- Park SDE (2001). Microsatellite toolkit Available from <http://acer.gen.tcd.ie/Bsdeparck/ms-toolkit/>
- Rohlf FJ (2002) NTSYSpc: numerical taxonomy system, ver. 2.1. Exeter Publishing, Ltd., Setauket
- Saturnino, H.M., Pacheco, D.D., Kakida, J., Tominaga, N., & Goncalves, N.P. (2005). Cultivo de Piñón manso (*Jatropha curcas* L.). Producción de oleaginosas para biodiesel. *Belo Horizonte, BR Informe agropecuario*, 26(229): 44-74
- Sinha, P., Islam, M. A., Negi, M. S., & Tripathi, S. (2015). Development of novel microsatellite markers in *Jatropha curcas* and evaluation of their cross-species transferability. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 85(4): 1011-1016
- Sonnenholzner, D. R. (2008). A Review on the Potentials of the *Jatropha curcas* L. for Power Generation and Sustainable Development of Rural Areas. Case Study: Ecuador and the Isabela Island Galapagos. Thesis Diploma. Technische Universitat Munchen. Alemania
- Souza, H. A., Muller, L. A., Brandao, R. L. & Lovato, M. B. (2012). Isolation of high quality and polysaccharide-free DNA from leaves of *Dimorphandra mollis* (Leguminosae), a tree from the Brazilian Cerrado. *Genet. Mol. Res*, 11:756-764

Cambios en la Expresión Génica Ocurridos Durante la Senescencia de Líneas Puras de Maíz

Marlon B Caicedo^{1,3}, *Guillermo Padilla*², *María de La Fuente*³, *Bernardo Ordás*³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador, 170315.

²Servicio de Bioinformática y Bioestadística, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, España, 28040.

³Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Pontevedra, Spain, 36080.

E-mail: marlon.caicedo@iniap.gob.ec

Palabras clave: *fisiológicos, metabólicos, expresión génica.*

Área temática: *Recursos fitogenéticos, mejoramiento y agrobiotecnología.*

INTRODUCCIÓN

La senescencia retrasada o “Stay Green” (SG) es un carácter deseable para la producción de los cultivos y está asociado con la producción de biomasa, resistencia al encamado y rendimiento de grano. En la senescencia ocurren numerosos cambios altamente sincronizados a nivel celular, orgánico y molecular, dejando marcados síntomas como cambios visibles de color, reducción de la fotosíntesis, destrucción de los cloroplastos, degradación de RNA, DNA y proteínas; además, de la translocación de macro y micromoléculas a otras partes de la planta. Detrás de los cambios fisiológicos y metabólicos que ocurren en la senescencia del maíz, hay cambios en la expresión de miles de genes. Por lo que, en el presente estudio se realizó un análisis genómico de los cambios en la expresión génica durante la senescencia foliar en siete líneas endogámicas de maíz que difirieron en la velocidad de la senescencia desde muy rápido a muy lento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para estudiar la expresión génica durante la senescencia se evaluaron en campo y analizaron mediante RNA-Seq siete líneas puras de maíz públicas: NC292, PHBB3, PHT10, PHW52, PHHB9, PA8637 y PHW79. Las líneas fueron elegidas porque diferían en las características de la senescencia, aunque florecían a la vez. Estas líneas fueron plantadas en un Diseño de Bloques Completos al Azar con dos repeticiones en un solo ambiente. En la caracterización fenotípica se evaluó el contenido de clorofila y el intercambio de CO₂ desde la floración hasta la senescencia completa, cada 15 días en la parte media de la hoja de la mazorca de tres plantas por parcela. Para la extracción de RNA, se recolectó una muestra de hoja de cada línea en las dos repeticiones en siete momentos (floración femenina, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la floración femenina, ddf). La construcción de las librerías de RNA y la secuenciación se realizaron con TruSeq Stranded mRNA Library Prep Kit y HiSeq 4000 PE100 plataforma (Illumina Inc). Además, se realizó un análisis de ontología genética (GO), el enriquecimiento de rutas y la predicción de factores de transcripción en la plataforma web PlantRegMap.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel fenotípico, los promedios del índice de clorofila y de la tasa fotosintética se redujeron gradualmente desde los 15 ddf en todas las líneas. Concomitante con estos resultados, la disminución en el contenido de clorofila, tasa fotosintética y fluorescencia clorofílica, ha sido reportado durante la etapa de senescencia de maíz, sorgo y algodón (Lin



et al. 2015; Wu et al. 2016; Zhang et al. 2014); además, Kante et al. (2016) encontraron correlaciones positivas entre los caracteres anteriores, durante la etapa de senescencia estudiada en dos poblaciones de maíz. En el ámbito molecular, se detectaron 1083 y 588 genes comunes sobre y sub regulados (*up* y *down regulated*), respectivamente, durante la senescencia en las siete líneas. Debido a que los genes se detectaron consistentemente en diferentes líneas, existe alta confiabilidad de que estos genes participan en la senescencia. Sin embargo, varios genes se detectaron en algunas líneas, pero no en otras. Por ejemplo, se detectaron 1747 genes solo en tres de las siete líneas evaluadas, lo que indica que los genes expresados parcialmente en la senescencia fueron específicos de esas líneas. Los genes sub regulados estuvieron principalmente involucrados en la fotosíntesis, mientras que los genes sobre regulados fueron relacionados con varios procesos catabólicos. Un subconjunto de 196 genes diferencialmente expresados, codificó para factores de transcripción; algunos de ellos fueron homólogos a factores de transcripción encontrados en *Arabidopsis* en diferentes rutas de señalización. De los 1671 genes comunes (*up* y *down regulated*) identificados en este estudio, 758 y 977 fueron genes homólogos de genes asociados a la senescencia (SAG) de *Arabidopsis* encontrados por Breeze et al. (2011) y Woo et al. (2016), respectivamente; además, 211 genes fueron homólogos de SAG de sorgo y arroz identificados por Wu et al. (2016). De los 48 genes con alta similitud con genes SAG reportados por Zhang et al. (2014), 17 fueron encontrados en este experimento; confirmando que estos genes estuvieron activos durante el proceso de senescencia, los cuales mostraron expresión génica positiva, se expresaron desde los 15 a 60 días antes de la senescencia y realizan funciones similares en otras especies.

CONCLUSIONES

A nivel transcriptómico, hay una extensa red de genes con interacciones complejas que activan, reprimen y/o producen sinergismo o antagonismo en diversas funciones en las que están involucrados, durante la etapa de la senescencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Breeze, E., E. Harrison, S. McHattie, L. Hughes, R. Hickman, C. Hill, S. Kiddle, Y.-s. Kim, C. A. Penfold, and D. Jenkins. (2011). High-resolution temporal profiling of transcripts during *Arabidopsis* leaf senescence reveals a distinct chronology of processes and regulation. *Plant Cell* 23 (3):873-894.
- Kante, M., P. Revilla, M. Fuente, M. Caicedo, and B. Ordás. (2016). Stay-green QTLs in temperate elite maize. *Euphytica* 207 (2):463-473.
- Lin, M., C. Pang, S. Fan, M. Song, H. Wei, and S. Yu. (2015). Global analysis of the *Gossypium hirsutum* L. Transcriptome during leaf senescence by RNA-Seq. *BMC plant biology* 15 (1):43.
- Woo, H. R., H. J. Koo, J. Kim, H. Jeong, J. O. Yang, I. H. Lee, J. H. Jun, S. H. Choi, S. J. Park, B. Kang, Y. W. Kim, B.-K. Phee, J. H. Kim, C. Seo, C. Park, S. C. Kim, S. Park, B. Lee, S. Lee, D. Hwang, H. G. Nam, and P. O. Lim. (2016). Programming of plant leaf senescence with temporal and inter-organellar coordination of transcriptome in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, pp-01929.
- Wu, X.-Y., W.-J. Hu, H. Luo, Y. Xia, Y. Zhao, L.-D. Wang, L.-M. Zhang, J.-C. Luo, and H.-C. Jing. (2016). Transcriptome profiling of developmental leaf senescence in sorghum (*Sorghum bicolor*). *Plant Mol Biol* 92 (4-5):555-580.
- Zhang, W. A., A. C. Xu, W. L. Li, L. Yang, X. Yue, X. S. Zhang, and X. A. Zhao. (2014). Transcriptional analyses of natural leaf senescence in maize. *PLOS One*, 9 (12):115-617.

Estudio Comparativo de 80 Líneas de Cebada (*hordeum vulgare* L.) en el Callejón Interandino del Ecuador

*Diego F. Campaña¹, Javier Garófalo¹, Patricio J. Noroña¹, Gabriela Torrens¹,
Luis J. Ponce Molina¹, Marcelo R. Racines¹*

¹INIAP - Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana Sur Km 1, Mejía, Pichincha, Ecuador.
E-mail: diego.campana@iniap.gob.ec

Palabras clave: mejoramiento genético, rendimiento, resistencia.

Área temática: Agrobiotecnología, Mejoramiento y Recursos genéticos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones. Los rendimientos promedios a nivel mundial son 3 t ha⁻¹ y alcanzan un máximo de 8 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016). La cebada está ampliamente difundida en la Sierra de Ecuador entre los 2400 y 3500 msnm (Falconí et al., 2013). En el año 2016 en el Ecuador, la superficie cosechada de este cereal fue de 17 mil hectáreas, con una producción anual de 25 mil toneladas, alcanzando un rendimiento de 1.5 t ha⁻¹, y las importaciones superaron las 78 mil t/año (INEC, 2016). Las provincias con mayor superficie sembradas fueron Chimborazo (6632 ha), Pichincha (3735 ha), Carchi (2316 ha), Cotopaxi (2144 ha) e Imbabura (1931 ha). El mejoramiento genético es una herramienta importante en la generación tecnologías que permitan superar diversos problemas bióticos y abióticos que afectan a la producción (Camarena, Chura & Blas, 2012).

El Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), tiene como objetivo principal generar nuevas variedades mejoradas con características agronómicas superiores y con calidad para el consumo y agroindustria.

El objetivo de esta investigación fue identificar líneas promisorias de cebada dística y hexástica (dos y seis filas, respectivamente) con alto potencial de rendimiento y resistencia a las principales enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue desarrollada, en los campos experimentales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, ubicados en la parroquia Cutuglagua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha; a una altitud de 3058 m, con una precipitación media anual de 968mm y temperatura promedio de 14°C.

El material genético utilizado fue dividido en cuatro ensayos: Ensayo de Rendimiento 1 de Cebada Dística (ER1CD) con 15 líneas, Ensayo de Rendimiento 2 de Cebada dística (ER2CD) con 15 líneas, Ensayo de Rendimiento 1 de Cebada Hexástica (ER1CH) con 15 líneas y ensayo de Rendimiento 2 de Cebada Hexástica (ER2CH) con 15 líneas. Los ensayos se establecieron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 3 m de largo por 1.2 m de ancho (3.6 m²). Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (kg ha⁻¹), Peso hectolítrico

(kg hl⁻¹) y Severidad (%) para las principales enfermedades: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*), y escaldadura (*Rhincosporium secales*), en esta última se usó una escala de 0 a 9.

La dosis de fertilización media por hectárea utilizada fue de 60 kg de N, 60 kg de P₂O₅, 30 kg de K₂O y 20 kg de S, basados en el análisis de suelo y el requerimiento del cultivo. La información fue analizada con el programa estadístico InfoStat 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los ensayos ER1CD, ER1CH y ER2CH se observó alta significancia estadística para la variable Rendimiento; no así en ER2CD que no presentó significancia. En los ensayos ER1CD, ER2CD se observó promedios de 5.4 y 6.4 t ha⁻¹, y los ensayos ER1CH y ER2CH presentaron promedios de 4.6 y 4.6 t ha⁻¹ respectivamente.

En la variable Peso hectolítrico, se observó alta significancia estadística en los cuatro ensayos, con promedios de 62.8 y 65.7 kg hl⁻¹ para los ensayos ER1CD y ER2CD, y los ensayos ER1CH y ER2CH presentaron valores promedios de 60.8 y 61.3 kg hl⁻¹ respectivamente.

En el ensayo ER1CD los promedios de Severidad a enfermedades fueron de 5.1% para roya amarilla, 33.3% para roya de la hoja y una escala 6 en escaldadura; entre tanto que el ensayo ER2CD presentó promedios de 4.5%, 41.4% y 4 respectivamente. Para los ensayos de cebada hexástica, no se observó incidencia de roya amarilla. Los promedios para ER1CH fueron de 54% para roya de la hoja y 4 en escaldadura, el ER2CH presentó promedios de 46% y 4, respectivamente, para las enfermedades antes mencionadas.

Con base a los resultados se seleccionaron 15 líneas: 3 líneas dísticas del ensayo ER1CD (CD-09-084, CD-14-020, CD-14-021), 5 líneas dísticas del ER2CD (CD-11-003, CD-12-002, CD-12-003, CD-15-014 y CD-15-017), 3 líneas hexásticas del ER1CH (CH-12-003, CH-12-005 Y CH-14-006) y 4 líneas hexásticas del ER2CH (CH-15-001, CH-15-003, CH-15-004 y CH-15-007).

Las líneas seleccionadas de cebada dística presentaron un promedio de rendimiento y peso hectolítrico de 6.6 t ha⁻¹ y 65.5 kg hl⁻¹ respectivamente, superando el promedio de los testigos de 6.2 t ha⁻¹ y 62.6 kg hl⁻¹. Entre tanto que las líneas seleccionadas de los ensayos de cebada hexástica presentaron un promedio para las variables de rendimiento y peso hectolítrico de 5.4 t ha⁻¹ y 60.7 kg hl⁻¹ respectivamente, superando también el promedio de los testigos que fue de 4.9 t ha⁻¹ y 60.3 kg hl⁻¹ en las variables de rendimiento y peso hectolítrico.

El incremento en el rendimiento de las líneas seleccionadas fue superior en un 6% en las cebadas dísticas y 10% en las cebadas hexásticas, con relación a las variedades vigentes que fueron usadas como testigos en cada uno de los ensayos. El proceso de mejoramiento es una herramienta y necesariamente tiene que ser acompañada con un manejo adecuado del cultivo en todas sus etapas (Slafer, Araus, Royo, & Moral, 2005; Araus, Slafer, Royo, & Serret, 2008).

CONCLUSIONES

En los ensayos de cebadas hexásticas, ER1CH y ER2CH, se evaluaron 30 líneas, de las cuales 7 fueron seleccionadas por sus características deseables: CH-12-003, CH-12-005, CH-14-006, CH-15-001, CH-15-003, CH-15-004 y CH-15-007.

Mientras que en los ensayos de cebadas dísticas, ER1CD y ER2CD, se evaluaron 50 líneas y se seleccionaron 8 por sus características superiores en rendimiento y resistencia a enfermedades siendo estas: CD-09-084, CD-14-020, CD-14-021, CD-11-003, CD-12-002, CD-12-003, CD-15-014 y CD-15-017.

Las líneas promisorias de cebada seleccionadas en los ensayos de rendimiento, fueron aquellas que presentaron las mejores características en las variables de rendimiento, peso hectolítrico y resistencia a enfermedades en comparación a los testigos. Se debe resaltar que como resultado importante se incrementó el rendimiento de las líneas seleccionadas (6% en cebadas dísticas y 10% en cebadas hexásticas) con relación a las variedades vigentes usadas como testigos en cada uno de los ensayos, por lo que estas líneas promisorias continuarán en el proceso de mejoramiento genético en siguientes ciclos y posteriormente serán entregadas a los productores como futuras variedades mejoradas.

BIBLIOGRAFÍA

- Araus, J. L., Slafer, G. A., Royo, C., & Serret, M. D. (2008). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Science*, 27(6), 377–412. <https://doi.org/10.1080/07352680802467736>
- Camarena, F.; Chura, J. & Blas, R. (2012). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. ANALM-AGROBANCO. Lima, Perú.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2015). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [www.infostat.com.ar].
- Falconí, E.; Garófalo, J.; Llangarí, P. & Espinoza, M. (2013). Boletín Divulgativo N° 390. El cultivo de cebada: Guía para la producción de semilla de calidad. INIAP-Ecuador.
- FAOSTAT Statistics Database. (2016). Consultado 10 abril del 2018. Disponible en: [www.fao.org/faostat/en/#data]
- INEC. 2016. Encuesta y superficie y producción agropecuaria continúa. Consultado 13 de abril del 2018. Disponible en: [www.ecuadorencifras.gob.ec].
- SLAFER, G. A., ARAUS, J. L., ROYO, C., & MORAL, L. F. G. (2005). Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *Annals of Applied Biology*, 146(1), 61–70.

“INIAP- ÑUSTA 2016”: Nueva Variedad de Cebada Grano Descubierta Alta en Proteína

Jorge W. Coronel^{1}, Carlos A. Jiménez¹, Sonia C. Bravo¹, Javier A. Garófalo¹,
Luis A. Cárdenas¹, Diego F. Campaña¹, Magaly P. Chamba¹, José S. Velásquez¹*

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
E-mail: jorge.coronel@iniap.gob.ec

Palabras clave: cereales, Ecuador, fitomejoramiento.
Área temática: Fitomejoramiento.

INTRODUCCIÓN

La cebada de grano descubierta (*Hordeum vulgare* L.) es importante en la seguridad alimentaria por su contenido de proteína (10 y 13%), bajo precio y fácil asimilación, aporte nutritivo en vitaminas y minerales, constituyéndose en una excelente alternativa para reducir los niveles de desnutrición de la población rural de la Sierra sur y la región andina. (Villacrés, 2008).

Su cultivo se ha difundido ampliamente en el callejón Interandino entre los 2 400 y 3 500 metros de altitud (Falconí, E., Garófalo, J., Llangarí, P. & Espinoza, M., 2013). En Ecuador la superficie cosechada fue 17 320 hectáreas con una producción anual de 25 mil toneladas. Las importaciones de este cultivo superan las 78 980 t año⁻¹ (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017).

INIAP-Ñusta 2016, nueva variedad de grano descubierta producto del mejoramiento genético por cruzamientos múltiples efectuados en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Áreas Secas (ICARDA) en México 1998, evaluada y seleccionada desde la filial F2 por el Programa de Cereales en la Estación Experimental del Austro (EEA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Tiene rendimiento promedio de 4,38 t ha⁻¹ en grano seco, precoz, grano descubierta, seis hileras, 13% de proteína, color amarillo pajizo, tolerante a sus principales enfermedades, calidad para la industria y buena aceptación en el mercado.

El objetivo de la investigación fue generar una nueva variedad de grano descubierta que contribuya a incrementar la competitividad del cultivo y la seguridad alimentaria de pequeños productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

INIAP-Ñusta 2016, proviene del cruzamiento entre las líneas PETUNIA/SUTTER'S'/COME/S'/2/PI6124//CAPUCHONA; introducida a Ecuador en el 2000, entre las 50 líneas del “Ensayo Internacional de Observación de Cebada de Grano Desnudo”. Su historial de selección es CM 98-860-C-Y-Y-GH-2M-OY-OY-0M-0E. El vivero fue evaluado en tres ciclos 2005, 2006 y 2007 en la EEA, en experimentos con presión de inóculo para roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*), roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth) y

escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), se seleccionó 15 líneas y durante el 2008 - 2011 fueron evaluadas en campos de productores de la Sierra Sur y la zona alta de la provincia de El Oro, según las escalas descritas en el manual de metodología sobre las enfermedades de cereales CYMMIT 1986, para determinar el comportamiento agronómico, reacción al ataque de “royas” y “escaldadura”; obteniendo 5 líneas avanzadas. De 2012 al 2013, se comprobó la adaptación en doce localidades de las provincias de Azuay, Cañar y Loja y en 2014 se validó el potencial genético en 5 localidades cebaderas de la Sierra Sur desde 2 200 hasta 3 400 m de altitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados para INIAP-Ñusta 2016, se reportan en la Tabla 1, el rendimiento promedio en grano seco en comparación con las variedades testigo fue significativo ($p < 0,05$), siendo superior al rendimiento regional, valores que coinciden con lo reportado por Falconí *et al.* (2013). No se registró susceptibilidad para roya de la hoja, roya amarilla y escaldadura, mientras que las variedades testigo presentaron susceptibilidad ($p < 0,05$), similares comportamientos agronómicos se observaron en los estudios realizados por Falconí *et al.* (2013).

Tabla 1. Rendimiento promedio, incremento, días a cosecha y reacción a enfermedades de I-Ñusta 2016, I-Atahualpa 92, Pelada Cañareja y media regional 2005 – 2014.

Variedades	Rend. promedio (t ha ⁻¹)	Incremento (%)	Días a cosecha	<i>P. hordei</i>	<i>P. striiformis</i>	<i>R. secalis</i> (1-9)
I-Ñusta 2016	4,38	224	110 a	R*	0	1
Pelada Cañareja	2,67	97	155 b	90 S*	70 S	4
I-Atahualpa 92	1,92	42	136 b	80 S	70 S	4
Media regional ¹	1,35	0				

1: Ficha técnica INIAP Ñusta 2016; R: Resistente; S*: Susceptibilidad*
Letras diferentes en cada columna, son significativas ($p < 0,05$)

La precocidad de INIAP Ñusta 2016, fue significativa ($p < 0,05$) en menor número de días a la cosecha, característica importante para su uso en rotación de cultivos en la zona, permitiendo realizar hasta dos cultivos por año en relación a las variedades testigo (Coronel *et al.* 2016)

CONCLUSIONES

INIAP- Ñusta 2016 mejora la competitividad del cultivo, y contribuirá con la seguridad alimentaria de los productores cebaderos de la Sierra Sur del Ecuador por su rendimiento superior, resistencia a las principales enfermedades, alto contenido de proteína y adaptación a zonas cerealeras de las provincias Cañar, Azuay y Loja.

BIBLIOGRAFÍA

- Falconí, E. Garófalo, J. Llangarí, P. & Espinoza, M. (2013). El cultivo de cebada: Guía para la producción de semilla de calidad. (Boletín Divulgativo N° 390). Quito, Ecuador. INIAP, EESC.
- Coronel, J. Falconí, E. Jiménez, C. Garófalo, J. Chamba, Bravo, S. Campaña, D. Cárdenas, A. Velásquez, J. (2016). Nueva variedad de cebada de grano descubierto para el sur del Ecuador INIAP Ñusta. (Ficha Técnica). Cuenca, Ecuador. INIAP, EEA.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2017). En Sistema de Información Pública Agropecuaria, SIPA. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php>
- Villacrés, E. (2008). La cebada: un cereal nutritivo (50 recetas para preparar). (Publicación Miscelánea no. 68). Quito, Ecuador: INIAP, EESC. Editorial Grafistas.

Selección Participativa de Clones Promisorios de Papa con Pulpa de Colores con Actores de la Cadena de Valor

*Cecilia J. Monteros¹, Josué S. Cedeño², Paul R. Comina¹, Elena, Villacrés¹,
Jorge E. Rivadeneira¹, Xavier H. Cuesta¹.*

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), *cecilia.monteros@iniap.gob.ec*

²Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

E-mail: *cecilia.monteros@iniap.gob.ec*

Palabras clave: *Mejoramiento genético, clones promisorios, hojuelas fritas.*

Área temática: *Recursos filogenéticos, mejoramiento y agrobiotecnología.*

INTRODUCCIÓN

En el año 2011 el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, liberó las variedades INIAP-Puca Shungo (pulpa roja) e INIAP-Yana Shungo (pulpa morada), que se utilizan para la producción comercial del producto “Papas Nativas Andinas Kiwa”, que se comercializa a nivel nacional e internacional (Monteros y Reinoso, 2011).

Quevedo et.al., (2015), indica que la industria y los agricultores tienen problemas con la variedad INIAP-Yana Shungo, porque presenta altos porcentajes hojuelas quemadas (60%), bajo contenido de materia seca (19%) y corto tiempo de dormancia (menor a 20 días), además menciona que la empresa está desarrollando nuevos productos como purés de colores y cubitos pre fritos congelados para lo que se requieren variedades con pulpa de colores que no se decoloren al someterlas al proceso de cocción.

Por lo expuesto se planteó la presente investigación con la finalidad de seleccionar clones promisorios que tengan mejores características agronómicas y calidad pos cosecha que la variedad INIAP-Yana Shungo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se implementó en dos localidades ubicadas entre 2800 a 3050 m.s.n.m. en las parroquias Cangahua y Cutuglahua de la provincia de Pichincha. Los tratamientos evaluados fueron 8 clones promisorios provenientes de cruzamientos del 2012 y dos testigos (INIAP-Puca Shungo e INIAP-Yana Shungo). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Para evaluar el comportamiento agronómico y calidad pos cosecha se siguió los procedimientos descritos por Cuesta et.al., 2015.

Para medir la aceptación de la calidad organoléptica se conformó un panel de veinte personas (técnicos, chefs, amas de casa), para hojuelas fritas se evaluó el sabor, color, residualidad del aceite y para papa cocinada se evaluó sabor, textura y decoloración. Se utilizó una escala del 1 al 10 (1= muy desagradable 10= muy agradable). Para la selección de clones se utilizó la herramienta Z-Score según modelo propuesto por Kreyszig (1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa que la variedad INIAP-Puca Shungo y el clon 12-4-175 presentaron los mayores rendimientos (> 29 t.ha⁻¹), mientras que la variedad INIAP-Yana Shungo

presentó el menor rendimiento (21.4 t.ha^{-1}) La industria para procesamiento de hojuelas fritas requiere contenidos de materia seca entre 22 y 24% (NIVAA, 2002), solo el clon 12-4-175 cumplió con este requisito (Tabla 1). Los clones 12-4-175 y 12-6-58 presentaron hojuelas fritas buenas superior al 80% parámetro exigido por la industria procesadora de hojuelas fritas (Quevedo, 2015).

Tabla 1. Promedios, Prueba de Duncan al 5 % y Friedman al 5% para variables agronómicas y calidad pos cosecha de ocho clones de papa con pulpa de colores, Pichincha, 2016-2017.

Variedades/ clones	Rend. (t há ⁻¹)	Materia seca (%)	Dorman cia (días)	H. Fritas buenas (%)	Aceptación Hojuelas fritas	Aceptación papa cocinada	Aceptación Decolora ción	Z- Score
12-4-143	25.0 be ^{1/}	19.6 b ^{1/}	61 a ^{1/}	79 a ^{1/}	8.8 ab ^{2/}	9.2 a ^{2/}	6.8 bc ^{2/}	0.27 ab
12-4-145	28.4 AC	20.6 ab	32 cd	53 b	5.9 de	4.5 d	3.6 e	0.55 e
12-4-175	29.8 A	22.0 a	24 de	82 a	9.4 a	7.2 b	8.1 a	0.46 a
12-4-35	26.7 Ad	21.1 ab	30 cd	79 a	8.8 ab	7.5 b	8.6 a	0.18 b
12-4-45	23.6 CE	21.0 ab	29 cd	77 a	6.8 bd	5.8 c	4.9 d	0.36 de
12-6-29	22.6 De	20.8 ab	27 de	72 ab	8.0 ac	8.7 a	6.3 c	0.07 c
12-6-158	26.4 Ae	20.7 ab	43 B	83 a	7.8 bd	9.2 a	7.2 bc	0.31 ab
12-9-72	27.5 Ad	20.9 ab	25 de	75 a	8.2 ac	6.8 b	7.9 ab	0.23 cd
I-Puca Shungo	30.4 A	20.0 b	36 bc	71 ab	6.5 ce	6.1 c	2.5 e	0.37 de
I-Yana Shungo	21.4 E	20.7 ab	19 e	65 ab	5.0 f	4.7 d	4.9 d	0.84 f

¹Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

²Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%

Los clones 12-4-143, 12-6-158 tienen un periodo de dormancia superior a 40 días, cumplen con la exigencia de la industria (Quevedo et.al., 2015).

El clon 12-4-175 (pulpa morada) presentó el mayor nivel de aceptación para hojuelas fritas, y para papas cocinadas los clones de pulpa roja 12-4-143, 12-6-158 y el clon 12-4-175 de pulpa morada presentaron los mayores niveles de aceptación.

Los clones 12-4-175 y 12-4-35 (pulpa morada) presentaron menor decoloración al someterles al proceso de cocción (Tabla 1).

Para la selección de clones se asignó pesos a las variables (25% rendimiento, 15% hojuelas fritas buenas, 15% materia seca, 15% dormancia, 10% decoloración, 10% degustación hojuelas fritas, 10% degustación papa cocinada). Se seleccionaron los clones 12-4-175, 12-6-158, 12-4-143, 12-4-35 que presentaron índices de selección sobre 0.

CONCLUSIONES

Los clones promisorios 12-4-175, 12-6-158, 12-4-143, y 12-4-35, presentaron mejores características agronómicas y calidad pos cosecha que la variedad INIAP-Yana Shungo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuesta, X. Rivadeneira J, Monteros C. (2015). Mejoramiento Genético de Papa: Conceptos, procedimientos, metodologías y protocolos. Quito, INIAP. 62p.
- Kreyszig, E., (1979). *Advanced Engineering Mathematics (9th ed.)*. Wiley. p.88
- Monteros, C., Reinoso, I. (2010). Informe técnico Fontagro, proyecto FTG-354/2005. NIVAA, 2002. The Road to Processing. 2ed. The Hague. Nethelands, NL. NIVAA. p.3
- Quevedo, R., Carlosama P., 2015. *Procesamiento hojuelas fritas*. INALPROCES. 5p.

Avances en Mejoramiento Genético de Haba (*Vicia faba* L.) en Ecuador

Ángel R. Murillo¹, Nelson G. Mazón¹, Laura E. Vega¹, Diego G. Rodríguez¹

¹Programa de Leguminosas y Granos Andinos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito, Ecuador. Tel:3076040.

E.mail: angel.murillo@iniap.gob.ec

Palabras clave: Cruzamientos, líneas, poblaciones.

Área temática: Mejoramiento genético.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales formas de consumo de haba en el Ecuador es en grano tierno. Según el MAGAP (2016), el 2015 se sembraron alrededor de 14000 ha, de las cuales 9000 ha se destinaron para cosecha en grano tierno. Por lo tanto, es un rubro importante para la seguridad alimentaria y generación de ingresos, mayormente de los pequeños productores de la sierra ecuatoriana.

El INIAP, a través del Programa de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA), mediante mejoramiento genético por selección se han liberado dos variedades de tamaño de grano mediano (INIAP 440 Quitumbe e INIAP 441 Serrana), de buen potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades (Peralta et al., 2013).

Sin embargo, para suplir las necesidades de los agricultores y consumidores de contar con una variedad de grano grande, el PRONALEG-GA, en el año 2010, inicia el mejoramiento genético por hibridación, con el objetivo de generar líneas de haba precoces, de vaina y grano de tamaño grande.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cruzamientos iniciales se realizaron en el año 2009, entre progenitores precoces de vaina y grano grande: Portuguesa x VIC 038 y Pairumani x Guagra haba (INIAP, 2010). Utilizando la metodología pedigree (Poehlman, 1995), las poblaciones F₂ a F₅ fueron evaluadas y seleccionadas en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC). En el año 2015 fueron seleccionadas 21 líneas F₆ (INIAP, 2016). Los parámetros de selección fueron: precocidad (< a 80 días a floración); largo de la vaina (> a 12 cm); longitud de grano tierno (> a 3 cm) y diámetro del grano (> a 2 cm). En el año 2017, las mejores seis líneas fueron evaluadas en vaina y grano verde en dos localidades: Puchig, Machachi (Pichincha), ubicada a 2900 m y en la EESC (Pichincha) a 3050 m. Con los promedios de las variables agronómicas evaluadas de cada localidad se realizaron un análisis de varianza combinado y DMS (5%) para rangos de significación (INIAP, 2017). La evaluación participativa con productores de Puichig, se realizó en vaina y grano tierno utilizando el formato de evaluación absoluta (“caritas”) (Ashby, 1991). Los criterios para evaluar y seleccionar fueron: vainas grandes, plantas con mayor cantidad de vainas, vainas sanas, la cáscara de la vaina no muy gruesa y grano grande.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rango de promedios de días a floración de las líneas fue de 72 a 75 días, inferior que el testigo con 88 días. Las líneas LH1, LH12 y LH5 y LH7 presentaron valores superiores al resto de líneas y al testigo en largo de vaina verde, tamaño de grano en estado tierno y seco. Las líneas LH1 y LH7 obtuvieron los rendimientos más altos en vaina verde con 14375 y 14271 kg/ha respectivamente, mientras que el testigo INIAP 441, obtuvo 12969 kg/ha. En grano tierno, solamente la línea LH1 fue superior (5662 kg/ha) al testigo (5382 kg/ha) (Tabla 1).

Los promedios de largo de la vaina, tamaño de grano tierno y seco de las líneas fueron superiores al testigo (INIAP 441), sin embargo, en vaina y grano tierno el rendimiento de las líneas fue inferior que el testigo. Estos resultados indican que se obtuvo ganancia genética en precocidad, y tamaño de vaina y grano, pero se redujo el rendimiento en comparación al testigo de grano mediano.

La evaluación participativa se realizó de acuerdo a los criterios positivos y negativos identificados por los productores, los cuales, están relacionados con precocidad, cantidad de vainas por planta, la calidad de la vaina y del grano. La mejor evaluada fue la LH1, que obtuvo la primera ubicación, seguido por las líneas LH5, LH7 y el testigo (INIAP 441) que se ubicaron en segundo lugar (Tabla 2). Las mismas líneas obtuvieron las mejores evaluaciones técnicas en calidad de vaina y grano en estado verde.

Tabla 1. Análisis combinado y rangos (DMS 5%) para días a floración (DF), largo de la vaina verde (LVV), tamaño de grano tierno, tamaño de grano seco y rendimiento (kg/ha), de seis líneas promisorias de haba, evaluadas en grano verde en dos localidades (EESC y Puichig). Pichincha, 2017.

Líneas	DF	L V V (cm)	Tamaño del grano tierno (cm)		Tamaño del grano seco (cm)		Rendimiento en verde (kg há ⁻¹)	
			Largo	Ancho	Largo	Ancho	Vaina	Grano
LH1	75 ab	15.7 a	3.0 b	2.1 ab	2.6	1.8	14375 a	5662 a
LH5	72 a	14.7 b	3.0 b	2.2 a	2.7	1.8	12109 abc	4574 abc
LH7	72 a	14.0 cd	3.2 a	2.1 abc	2.6	1.7	14271ab	5319 a
LH10	73 b	13.7 d	2.9 c	1.9 c	2.5	1.7	12864 bc	4375 bc
LH11	74 ab	14.5 bc	2.7 d	2.0 bc	2.5	1.8	6588 d	2157 d
LH12	73 ab	14.9 b	2.7 d	1.9 c	2.5	1.7	11198 c	4054 c
Promedio	73	14.6	2.9	2.0	2.6	1.8	11900	4356
Testigo	88 c	11.7 e	2.6 e	1.8 d	2.2	1.5	12969 d	5382 ab

a,b c,d,e= letras distintas indican diferencia estadística.

INIAP 441 Serrana= variedad mejorada utilizada como testigo

Tabla 2. Puntajes individuales, total y orden de ubicación (U) de siete líneas de haba evaluadas en Puichig, Machachi, Pichincha. 2017.

Línea	Puntaje individuales						Total	U
LH1	5	5	5	5	5	5	30	1
LH5	5	3	5	5	5	3	26	2
LH7	5	5	5	3	3	5	26	2
Testigo (INIAP-441)	5	5	3	3	5	5	26	2
LH10	3	5	5	3	3	5	24	3
LH12	5	5	3	3	5	3	24	3
LH11	5	3	5	1	3	1	18	4

CONCLUSIONES

Mediante mejoramiento genético, se ha logrado desarrollar líneas de haba precoces de vaina y grano grande, pero con rendimientos aun inferiores al testigo de grano mediano. Las mejores líneas evaluadas y seleccionadas por los agricultores coinciden con los realizados por el mejorador.

BIBLIOGRAFÍA

- Ashby, J. (1991). Manual para la evaluación de tecnología con productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). Superficie, producción y rendimiento del haba, período 2002 – 2015. Recuperado de <https://public.tableau.com/profile/m.natalia.rumazo.chiriboga#!/vizhome/ESPAC2002-2015/ESPAC>.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2010). Informe Anual 2009. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2016). Informe Anual 2015. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Informe Anual 2017. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Murillo A., Mazón, N., Pinzón, J., Villacrés, E. (2013). Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas: cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Misceláneas N° 135. 3 ed. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Poehlman, J., Sleper, D. (1995). Breeding Field Crops. 4ta edición. Iowa State University Press. 159-179 pp.

Avances en Mejoramiento Genético de Quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) en Ecuador

Angel R. Murillo¹, Nelson G. Mazón¹, Laura E. Vega¹, Diego G. Rodríguez¹.

¹Programa de Leguminosas y Granos Andinos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito, Ecuador. Tel.: 593-2-3076040.

E-mail: angel.murillo@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Cruzamientos, poblaciones, líneas.*

Área temática: *Mejoramiento genético.*

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es originaria y domesticada en la zona Andina (Mujica, 1992), noroeste argentino (Bruno & Whitehead, 2003, citado por Costa, 2014) y sur de Chile (Planella et al., 2005; Bertero, 2007, citado por Costa, 2014). La quinua, se caracteriza por su contenido de proteína, carbohidratos, minerales (hierro, fósforo y zinc), fibra, isoflavonas y antioxidantes, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana (Peralta et al., 2012).

En el año 2008, el Programa de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP, inicia el mejoramiento genético de quinua por hibridación; para lo cual se estandarizaron la metodología de cruzamientos (Tapia, 1979) y se delinearon los objetivos del mejoramiento genético que consiste en: generar líneas promisorias de quinua, precoces, de altura de planta intermedia, panoja compacta de color rosado, resistentes a mildiu y rendimiento superior a las variedades comerciales (INIAP, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las primeras cruzas se realizaron en los años 2008 y 2009, entre las variedades INIAP Tunkahuan de alto rendimiento, semitardía y de grano dulce e INIAP Pata de Venado (PDV), precoz, grano de tamaño mediano y dulce. Posteriormente se realizaron cruzas entre la variedad Jacha de origen boliviano de grano grande, precoces y susceptibles a mildiu con la variedad INIAP Tunkahuan (INIAP, 2008 y 2009).

Las generaciones F_2 a F_6 , provenientes de las dos cruzas, fueron evaluadas y seleccionadas en la EESC (2009 - 2015), mediante la metodología Pedigree (Poehlman, 1995). Las líneas F_6 , F_7 , F_8 y F_9 , fueron evaluadas a partir del año 2014 en localidades de las provincias Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Cañar (INIAP, 2009, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017). Los parámetros de selección fueron: grano grande ($= \phi > 2$ mm), precocidad ($< a$ 180 dds), altura de planta ($> a$ 180 cm), panoja compacta de color rosado, resistencia a mildiu ($= \phi < a$ 4 en la escala 1 a 9) y rendimiento. Con los promedios de las localidades se realizó un análisis de varianza combinado y rangos de significación DMS (%). Además en el año 2017, se realizaron evaluaciones participativas con productores de Ninín Cachipata (Saquisilí, Cotopaxi), Colta (Chimborazo) y La Posta (Cañar).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la primera craza (Tunkahuan x PDV), las líneas LQEP8 y LQEP4, presentan promedios

de rendimiento más altos (1708 y 1570 kg/ha respectivamente), que el testigo Tunkahuan (1018 kg/ha), significando el 40% y 35% más de rendimiento que el testigo. Todas las líneas presentan menor altura de planta y mayor precocidad que el testigo; los niveles de reacción a mildiu fueron de resistencia, similar al testigo (Tabla 1).

Del segundo grupo de 6 líneas F_7 y F_8 , provenientes de la cruce Jacha x Tunkahuan; la línea EQ28 presenta el rendimiento promedio más alto (1572 kg/ha) y mejor nivel de resistencia al mildiu. Las líneas provenientes de este cruzamiento también presentan menor promedio en altura de planta y mayor precocidad que el testigo (Tabla 2).

Las líneas EQ26 y EQ28 (F_8) y LQEP4 (F_9) fueron las mejores evaluadas por los productores por tamaño de panoja, altura de planta mediano, sin enfermedades, buen rendimiento y grano grande (superior al testigo Tunkahuan). Estos resultados coinciden con las evaluaciones del mejorador.

Tabla 1. Promedios y rangos de significación de: rendimiento, altura de planta, número de días a la cosecha y severidad de mildiu de cuatro líneas promisorias de quinua evaluadas en 5 diferentes localidades durante los ciclos de cultivo 2015, 2016 y 2017.

Línea	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la cosecha	Mildiu (escala 1 -9)
LPQP3	1442 d	98 d	168 a	3.31 ab
LPQP4	1570 b	107 b	173 c	3.88 b
LPQP8	1708 a	103 c	170 b	3.19 a
LPQP9	1485 c	96 e	168 a	3.13 a
Tunkahuan	1018 e	119 a	180 d	3.63 ab

*a,b,c,d,e,f,g= letras distintas indican diferencia estadística.
Tunkahuan= variedad mejorada utilizada como testigo*

Tabla 2. Promedios y rangos de significación de: rendimiento, altura de planta, número de días a la cosecha y severidad de mildiu de 6 líneas promisorias de quinua evaluadas en 2 diferentes localidades durante los ciclos de cultivo 2016 y 2017.

Línea	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Días a la cosecha	Mildiu (escala 1 -9)
EQ25	1427 d	102 b	186 d	5.33
EQ26	1494 b	102 b	183 c	5.0
EQ27	1190 f	102 b	186 d	6.0
EQ28	1572 a	99 a	182 b	4.33
EQ29	1452 c	105 c	180 a	5.0
EQ30	1269 e	110 d	181 e	6.0
Tunkahuan	1107 g	114 e	199 f	5.0

*a,b,c,d,e,f,g= letras distintas indican diferencia estadística.
Tunkahuan= variedad mejorada utilizada como testigo*

CONCLUSIONES

Las líneas de quinua desarrolladas mediante mejoramiento genético por hibridación fueron más precoces, menor altura de planta, calidad de grano y rendimiento que la variedad Tunkahuan. Las líneas LQEP4, LQEP8 y EQ28, fueron las mejores evaluadas tanto por los agricultores y del mejorador.

BIBLIOGRAFÍA

- Costa, S. (2014). Variabilidad genética de *Chenopodium quinoa* Willd. en el Noroeste Argentino y su relación con La dispersión de la especie. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la plata. La Plata Argentina. 140 p
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Informe Anual 2017. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2016). Informe Anual 2016. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2015). Informe Anual 2015. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2014. Informe Anual 2014. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2009). Informe Anual 2009. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Mujica, A. (1992). Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernández, J. Bermejón, J. León. Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., et al. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. (3 edición). Quito, Ecuador: INIAP. Publicación Miscelánea No. 69.
- Poehlman, J., Sleper, D. (1995). Breeding Field Crops. 4ta edición. Iowa State University Press. 159-179 pp.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardoso, A., Mujica, A., Ortiz, R., Otazu, V., Rea, J., Salas, B. y Zanabria, E. (1979). La Quinua y la Kañiwa Cultivos Andinos. CIID, Oficina Regional para la América Latina.

Desarrollo de la Microflora Nativa en Uvilla, Mora y Naranja Tratados con 1-metilciclopropeno (1-MCP)

Javier Velásquez¹, Carlota Moreno¹, María G Vernaza^{2*}, María J Andrade¹

¹Centro de Investigación de Alimentos, CIAL, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Universidad Tecnológica Equinoccial, EC171029 Quito, Ecuador.

²Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico.
E-Mail: mgvernaza@usfq.edu.ec.

Palabras clave: frutas, tratamiento poscosecha, microbiología.

Área temática: Recursos fitogenéticos, fitomejoramiento y agro biotecnología.

INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de podredumbre de las frutas se asocia a la producción microbiana de enzimas que degradan las paredes celulares. A medida que la fruta madura, la susceptibilidad a los microorganismos causantes de deterioro aumenta. El deterioro también se favorece en condiciones de alta temperatura y alta humedad después de la cosecha. El pH juega un papel crucial en la proliferación de microorganismos, ya que actúa como medio selectivo Eagrícola (2016). Las frutas como la mora, uvilla y naranja presenta un pH menor a 4.5, por lo que se justifica la ausencia de bacterias en las primeras fases de la alteración de estos productos (Jay et al., 2005). Los tratamientos poscosecha tienen como objetivo prolongar la vida útil de productos hortofrutícolas posterior a la cosecha. El 1-MCP es un gas utilizado con el fin de irrumpir en los receptores del etileno, creando una acción inhibitoria sobre el este. La aplicación del 1-MCP en frutas como manzana retrasa la maduración y extiende la vida útil, mediante el bloqueo de la acción del etileno (Ekman et al., 2004); mientras que en la pera retrasa la pérdida de firmeza y de color verde, reduce la incidencia de decaimiento interno y podredumbres (Calvo, 2004). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de 1-MCP sobre el desarrollo de la microflora nativa de uvilla, mora de castilla sin espinas y naranja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó mora de castilla (*Rubus glaucus*) de Tungurahua, uvilla orgánica (*Physalis peruviana*) y naranja (*Solanum quitoense*) de Pichincha.

Los frutos seleccionados y desinfectados (hipoclorito 100mg/l) se colocaron en bandejas plásticas perforadas (Termopack) y se dividieron en: control y tratadas con 1-MCP.

Se aplicó una dosis de 1µL (mora y uvilla) y 0.5 µL (naranja) de 1-MCP (EthylBlocTMSachet-0.014%), con una exposición durante 12 horas a 4°C. Posteriormente se almacenaron las muestras a 6°C. Se tomaron muestras de uvilla a los 0, 7, 14, 21 y 35 días; de naranja a los 0, 7, 14 y 21 días, y de mora a los 0, 5, 10, 15 y 20.

Para los análisis microbiológicos en los días de muestreo se pesaron 30 g de uvilla y mora, se homogenizaron en 270 ml de agua peptonada, dilución (10^{-1}), a partir de la cual se realizaron dos diluciones sucesivas (10^{-2} y 10^{-3}). Para la naranja se pesó 250 g, se agregó 225 ml de agua peptonada, cubriendo completamente los frutos agitando suavemente para desprender los microorganismos de la superficie y se dejó transcurrir

aproximadamente 2 minutos (dilución 10^{-1}), a partir de la cual se realizaron las otras dos diluciones sucesivas (10^{-2} y 10^{-3}). De cada dilución se tomó una alícuota de 1 ml y se inoculó en placas Petri. Posteriormente se aplicó por vertido agar dextrosa Sabouraud con Cloranfenicol para el recuento de mohos y levaduras por 5 días a 25°C (INEN 1529.10), mientras que para el recuento de mesófilos y psicrótrofos se utilizó agar nutritivo por 3 días a 30°C y por 7 días a 5°C, respectivamente (INEN 1529.5).

Se utilizó un diseño factorial A x B siendo A el tratamiento empleado y B el tiempo de almacenamiento. La variable fue el crecimiento de la microflora nativa de los frutos, expresada en \log_{10} UFC/g. Se utilizó el software estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En mora de castilla, la aplicación del 1-MCP produjo la reducción de la población de aerobios mesófilos hasta el día 10. Se debe considerar que para este tiempo de almacenamiento los cambios físico-químicos que se producen en el fruto, hace que sean susceptibles al ataque de microorganismo. Andrade (2016) reporta que aparentemente el tratamiento con 1-MCP podría reducir la población a niveles no detectables en el día 0 y posteriormente producir un incremento de microorganismos hasta el final del almacenamiento. Respecto a mohos y levaduras, en las muestras tratadas, existió una reducción de la población en una unidad logarítmica respecto a las muestras control con 4,01 log UFC/g en el día 0. Durante el almacenamiento de 20 días no existió diferencias entre las muestras control y tratadas. La proliferación de mohos y levaduras se vio afectada por las condiciones de almacenamiento, la refrigeración provoca que la velocidad de crecimiento de los microorganismos se retrase (Banwart, 1989). En bacterias psicrótofas, se encontró crecimiento a partir del día 10 en muestras control y tratadas, presentando mayor población en las primeras. Las muestras control presentaron una población de 3,8 log UFC/g, la cual incrementó en el día 15 a 4,3 log UFC/g y se mantuvo constante hasta el día 20. En las muestras tratadas se observó un comportamiento similar. En el día 10 se encontró 3,04 log UFC/g, para el día 15 3,5 log UFC/g, y para el día 20 3,61 log UFC/g. El uso de 1-MCP en moras (*Morus alba* L.) no impidió el crecimiento de bacterias psicrotróficas y otros organismos (Tulin & Ulukanli, 2013).

En uvilla, el día 0 no se encontró crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, en los dos tipos de muestra. El crecimiento de microorganismos mesófilos en muestras control se observó desde el día 7 con un valor de 3,6 log UFC/g. EL mayor valor se registró en el día 21 (log 4,1), y para el día 35 este disminuyó a 2,6 log UFC/g siendo mayor y estadísticamente diferente al recuento encontrado en los frutos tratados. En el día 7 los frutos tratados presentaron una carga microbiana de 3,2 log UFC/g y el valor más elevado se registró en el día 28 (log 4,4) encontrándose un valor de 2,03 log UFC/g en el día 35. De acuerdo a Jiang et al. (2001), el 1-MCP puede provocar un aumento de la incidencia microbiana, ya que este compuesto disminuye la expresión de muchos genes de defensa del producto al estar regulados por el etileno. En mohos y levaduras, se evidenció crecimiento en las muestras control a partir del día 7 con 3,9 UFC/g el cual fue el valor más elevado a lo largo del almacenamiento. En el día 35 la carga microbiana fue de log 2,62 log UFC/g. En las muestras tratadas el crecimiento se inició en el día 14 con 4,6 log UFC/g a partir del cual se observó una disminución progresiva alcanzando en el día 35 un valor 2,8 log UFC/g. En las muestras control el crecimiento fue superior a las tratadas en

los primeros días de almacenamiento. En bacterias psicrótrofas se encontró crecimiento en las muestras control a partir del día 7 con 3,9 log UFC/g, mientras que en las tratadas se encontró crecimiento a partir del día 14. En los días 14 y 21 se encontraron 1,3 y 0,7 log UFC/g más en las muestras tratadas que en las muestras control. Sin embargo, existió mayor carga microbiana en frutos tratados los días 14 y 21, explicado por la disminución de la expresión de genes de defensa por efecto del 1-MCP.

En naranjilla se presentó un crecimiento en el día 0 de aerobios mesófilos de 4.1 y 4.5 log UFC/g en muestras control y tratadas, respectivamente. En las muestras control se encontró diferencia estadística significativa durante los 21 días de almacenamiento. La carga microbiana se incrementó de 4,18 a 6,52 log UFC/g desde el día 0 hasta el final. Según Ku (1999) esto puede deberse principalmente a que el 1-MCP puede inhibir una respuesta metabólica beneficiosa o estimular una característica indeseable, posiblemente relacionada con un mecanismo de defensa natural, lo cual provoca que la proliferación de mesófilos en las naranjillas tratadas con el 1-MCP fuera mayor que las muestras control en los primeros días de almacenamiento. En cuanto a mohos y levaduras las muestras control presentaron diferencias significativas a lo largo de los días de almacenamiento. El recuento en el día 0 fue de 4 log UFC/g. Se evidenció un aumento considerable de 5,8 a 8,1 log UFC/g entre el día 14 y 21. En las muestras tratadas igualmente se evidenció diferencia significativa durante el almacenamiento. Los valores registrados aumentaron de 3,4 a 5,1 log UFC/g desde el día 0 hasta el 21, respectivamente. El crecimiento de estos microorganismos fue mayor en las muestras control en comparación a las tratadas.

CONCLUSIONES

La variabilidad de los datos expuestos, hace entrever que el efecto del 1-MCP ante el desarrollo de la microflora nativa depende del tipo de fruto y la acción del mismo es distinta en los microorganismos que se manifiestan a lo largo del almacenamiento. El uso de 1-MCP sería más efectivo si se aplica en combinación con algún tratamiento que permita controlar la proliferación de microorganismos, ya que en el presente estudio se evidenció que este compuesto no tiene un efecto positivo determinante en la disminución del desarrollo de la microflora nativa (aerobios mesófilos, psicrótrofos, mohos y levaduras) de uvilla, mora y naranjilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, P. (2016). Efecto del 1 Metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento postcosecha de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) sin espinas. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Banwart, G. J. (1989). *Basic Food Microbiology*. New York: Chapman & Hall.
- Eagrícola (2016). Deterioro de frutas y hortalizas en post-cosecha.
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Microbiología moderna de los alimentos*. Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- Jiang, Y., & Joyce, D. (2003). Softening response of 1-methylcyclopropene-treated banana fruit to high oxygen atmospheres. *Plant Growth Regulation* 41, 225-229.
- Tulin, A., & Ulukanli, Z. (2013). The effects of calcium chloride and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the shelf life of mulberries (*Morus alba* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* 38, 1279-128.

Evaluación y Selección Participativa de Líneas de Haba (*Vicia faba L.*) con Tres Organizaciones de Pequeños Productores de la Provincia de Chimborazo

Fausto Yumisaca Jiménez¹, Rodrigo Aucancela¹, Nelson Mazón¹, Ángel Murillo¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

E-mail: fausto.yumisaca@iniap.gob.ec

Palabras clave: criterios de selección, investigación participativa, productores/as.

Área temática: Recursos fitogenéticos, fitomejoramiento y agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El haba (*Vicia faba L.*) es una leguminosa de grano, importante en los sistemas producción de la sierra ecuatoriana, (Peralta, *et al* 1993), constituye una fuente importante de proteína (9% a 11% en grano tierno y 25% a 26% en grano seco) y es componente de la dieta de amplios sectores de la población rural y urbana, (Peralta, *et al* 1996). Sin embargo, en el año 2015, la producción a nivel nacional de haba tierna decreció en 38% y de haba seca en un 44,65% con respecto al año 2014, debido a la baja considerable en los niveles de productividad que llevaron a alcanzar un rendimiento de 2,04 th⁻¹, (MAGAP 2015); además, los productores manifiestan preferencia por variedades de grano grande para satisfacer las necesidades del mercado en estado tierno. Por esta razón, el INIAP inició trabajos de investigación para liberar una variedad de grano grande, con buen rango de adaptación y alto rendimiento.

Para tal efecto, en la provincia de Chimborazo, en el ciclo agrícola 2017-2018, con líneas de haba F6 provenientes de procesos de fitomejoramiento realizado en el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, se desarrolló un proceso de selección participativa con agricultores cuyos objetivos fueron: (i) Evaluar el comportamiento agronómico de seis líneas promisorias de haba, (ii) Identificar los criterios que usan los productores para seleccionar tipos de haba tanto en el estado de vaina verde como en el de grano seco y (iii) Seleccionar participativamente seis líneas promisorias de haba

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló con la participación de 33 productores/as (36,4% hombres y 63,6% mujeres) de tres organizaciones: Granito de Oro de la comunidad Yacupamba (5 participantes), cantón Guamote y las comunidades Palacio Real (6 participantes) y Santa Isabel 22 participantes) del cantón Riobamba. El ensayo se estableció en terrenos de la comunidad Santa Isabel. Las líneas evaluadas fueron: L1 (Portuguesa x Vic 038) -7F2-2F3-2F4-2F5-F6, L2 (Vic 038 x Portuguesa) 24-F2-2F3-3F4-1F5-F6, L3 (Vic 038 x Portuguesa) 24-F2-2F3-3F4-2F5-F6, L4 (Vic 038 x Portuguesa) 26-F2-1F3-8F4-1F5-F6, L5 (Vic 038 x Portuguesa) 26-F2-1F3-8F4-3F5-F6, L6 (Vic 038 x Portuguesa) 26-F2-1F3-8F4-4F5-F6 y como testigo la variedad INIAP – Serrana; las mismas que se sembraron en parcelas de 4, 2 m² ubicadas en tres repeticiones, bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA); para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% en aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas. Las variables agronómicas

fueron: porcentaje de emergencia, altura de planta, número de macollos, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento total y por categorías.

La evaluación participativa se realizó en dos etapas: (i) a la cosecha de vaina verde y (ii) de grano seco, para lo cual se aplicó el método de evaluación absoluta (Ashby 1991); se utilizó la prueba de Friedman al 5% para el análisis de las variables no paramétricas (preferencia en estado de vaina verde y grano seco) y se determinó el índice de aceptación (IA) que agrupa las variables agronómicas y el orden de preferencia de las líneas evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable número de granos por vaina L6 se ubicó en el primer lugar con 2,40, seguido de L4 con 2,37 y L5 con 2,30. En cuanto se refiere al rendimiento por categorías en estado de grano seco, en la categoría de primera o haba gruesa, el primer lugar lo obtuvo L1 con 1645,24 kg ha^{-1} , seguido de L3 con 1488,09 kg ha^{-1} , en tercer lugar L2 con 1481,75 kg ha^{-1} ; en el rendimiento en la segunda categoría, I-Serrana obtuvo el primer lugar con 1784,13 kg ha^{-1} , en el segundo lugar se ubicó L3 con 1617,46 kg ha^{-1} y en tercer lugar L6 con 1329,36 kg ha^{-1} . En el rendimiento de la tercera categoría, en el primer lugar se ubicó I-Serrana con 1093,65 kg ha^{-1} , seguido de L6 con 542,86 kg ha^{-1} y en el tercer lugar L1 con 369,05 kg ha^{-1} ; en el rendimiento de la categoría desecho, en el primer lugar se ubicó L5 con 380,95 kg ha^{-1} , en segundo lugar L6 con 275,4 kg ha^{-1} y en tercer lugar L3 con 275,5 kg ha^{-1} . En el rendimiento total, el valor más alto lo obtuvo L3 con 3631,75 kg ha^{-1} , seguido de I-Serrana con 3507,14 kg ha^{-1} y en tercer lugar L1 con 3252,38 kg ha^{-1} . De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede corroborar la necesidad de obtener nuevas variedades de grano grueso, ya que en el rendimiento de haba de primera categoría, las líneas evaluadas superaron a la variedad vigente I-Serrana.

En la evaluación participativa realizada en dos estados del cultivo: vaina verde y grano seco, se contó con la participación de los mismos productores pertenecientes a los tres grupos antes mencionados. En vaina verde, se determinaron los criterios de selección en orden de prioridad: vainas grandes, matas bien cargadas, matas y vainas sanas, cáscara de la vaina no muy gruesa, que no tenga vainas “vanas” y por último matas grandes; mientras que en grano seco, los criterios identificados en orden de prioridad fueron: buen rendimiento, grano grueso, grano de color crema, mayor cantidad de grano grueso y menor cantidad de grano dañado. Los criterios de selección más importantes en los dos estados de la evaluación participativa fueron: grano grueso y buen rendimiento, condiciones que los productores tienen presente para mejorar la rentabilidad del cultivo.

De acuerdo a la prueba de Friedman al 5% para preferencia en el estado de vaina verde, los agricultores ubicaron en el primer lugar a L4 con una media 4,86, L1 con 4,67 y en el tercer lugar L3 con 4,23, todas compartieron el rango C; mientras que en el estado de grano seco, en el primer lugar se ubicó L1 con una media de 6,05 en el rango G, a continuación se ubicó L2 con 4,86 en el rango DEF y seguido de I-Serrana con 4,11 ubicada en el rango DE. Fue muy relevante determinar el orden de preferencia tanto en vaina verde porque es en este estado que la mayoría de productores realizan la cosecha para la comercialización y también en estado de grano seco porque sirve para diferentes tipos de usos como la elaboración de harina, habas tostadas o confitadas y el aprovisionamiento de semilla para la siembra del siguiente ciclo. De acuerdo al IA, los genotipos con mayor aceptación

fueron: en primer lugar L1 con 193 de IA, en segundo lugar L3 con 170 de IA y en tercer lugar L2 con 160 IA.

CONCLUSIONES

Las líneas que obtuvieron los más altos IA fueron: L1, L3 y L2 debido a sus características agronómicas y de preferencia de los productores tanto en vaina verde como en grano seco. El grano grueso y un alto rendimiento son los criterios más relevantes que identificaron los productores al momento de seleccionar genotipos de haba tanto en el estado de vaina verde como en el de grano seco. Con las líneas seleccionadas L1, L3 y L2, se puede proponer la implementación de ensayos en nuevas localidades para que incluyendo la selección de comerciantes y en lo posible de los consumidores, se pueda identificar una línea que se proyecte como futura variedad de haba para la provincia de Chimborazo. Tomando en consideración la disponibilidad de semilla, en este ciclo se implementó el ensayo en una localidad, sin embargo al trasladar a productores experimentados de otras zonas, permitió asegurar una mayor rigurosidad de la selección participativa; en el próximo ciclo se espera tener ensayos en nuevas localidades para evaluar la adaptación y captar las expectativas de un mayor número de productores. La participación de productores experimentados en el cultivo de haba permitió seleccionar los mejores genotipos que luego de siguientes etapas de investigación permitirá obtener una nueva variedad, la misma que podrían presentar altas probabilidades de adopción.

BIBLIOGRAFÍA

- Ashby, J. (1991). Manual para la evaluación de tecnología con productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 102 p.
- MAGAP. (2015). Boletín situacional del cultivo de haba. sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/.../boletin_situacional_haba_2015.pdf
- Peralta, E., Cevallos, E., Vásquez, J. y Pinzón, J. (1993). Guía para el cultivo de haba. Boletín divulgativo N° 240. Estación Experimental “Santa Catalina”, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Quito, Ecuador. 18p.
- Peralta, E., Murillo, A., Vásquez, J., Pinzón, J. (1996). Información Técnica de la variedad mejorada de haba (*Vicia faba* L.) para la sierra ecuatoriana, INIAP-Serrana. pag. 19. Estación Experimental “Santa Catalina”, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Ecuador. 19p.

Conocimiento Manejo y Uso de la Agrobiodiversidad en la Provincia de Chimborazo Ecuador

Edwin, J Borja, César, G Tapia, Álvaro, R Monteros-Altamirano, Edwin, J Naranjo

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

E-mail: bbenkas@yahoo.com

Palabras clave: Custodia, inventario.

Área temática: Recursos fitogenéticos.

INTRODUCCIÓN

La alta diversidad presente en la Región Andina, puede constituirse en una fuente importante de nutrientes para alimentar a una creciente población, aunque muchas de las especies se encuentran todavía sub-utilizadas y las condiciones para su producción son marginales (Jacobsen et al., 2015). Ecuador que se ubica dentro de la Zona Andina, presenta una importante agrobiodiversidad que incluyen 1561 sp plantas alimenticias y 131 sp cultivadas (Van den Eynden y Cueva, 2008) y 3118 sp uso medicinal (De la Torre et al., 2008). Dentro de esta región se encuentra la Provincia de Chimborazo que posee una alta diversidad de raíces y tubérculos andinos (Zambrano, 2004).

Los inventarios de agrobiodiversidad son herramientas que permiten conocer la diversidad y el estado de las especies en una localidad determinada. Por ejemplo Tapia (2015) realizó un inventario de la diversidad de maíz a través de 254 entrevistas a agricultores de diez provincias de la sierra de Ecuador, con lo cual identificó 101 nombres comunes que corresponden a 26 razas. Por otro lado, Allauca et al. (2018) en la Isla San Cristóbal de Galápagos, entrevistó a 178 agricultores e identificó 147 especies cultivadas. El objetivo de este trabajo es presentar información referente a la agrobiodiversidad presente en dos cantones de la Provincia de Chimborazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La encuesta se realizó con preguntas semiestructuradas en los Cantones de Colta y Guamote. El perfil de los entrevistados (agricultores/as) se analizó por género, nivel de educación, cantón y rango de edad. Las variables cuantitativas y cualitativas se analizaron con pruebas no paramétricas. Las variables cuantitativas se compararon con la prueba de U Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, a más de las pruebas de correlación (Rho de Spearman), mientras que, para las cualitativas se realizaron el test de comparación de proporciones (prueba z).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 116 encuestas en los dos cantones. El 66,4 % de los agricultores entrevistados fueron mujeres y el 33,6 % hombres; según el test binomial la frecuencia de mujeres fue estadísticamente superior a la esperada en el caso de paridad de género ($z = 2,512$; $p = 0,001$). Resultados similares a los de Tapia (2015) el 59 % son mujeres, diferente a lo obtenido por Allauca et al, (2018) el 26 % son mujeres. El rango de edad estuvo entre 18 y 84 años de edad, siendo la diferencia entre la edad media de los hombres y mujeres no significativa (53 años vs 48 años) ($t = 1,513$; $p = 0,134$). Al analizar por etnias el 98 % son indígenas. Por otro lado, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de cultivos por finca entre nivel de educación (rango promedio de ninguna

educación < rango promedio de educación primaria y secundaria) y rango de edad (rango promedio de < 30 años > rango promedio de 30 - 55 y > 55).

Se identificaron 56 cultivos, siendo los más frecuentes: papa (95%), cebada (71%), haba (66%), oca (65%) y melloco (59%), por otro lado, hay cultivos como: miso, mora, sambo, sangorache que tienen menos del (1%) de los agricultores encuestados. Además, disponen entre 2 y 19 especies por encuestado. Las familias botánicas con mayor número de especies son: Brassicaceae (7) y Fabaceae (6).

El 47 % de los agricultores encuestados intercambian su semilla. La información se analizó con base en cuatro factores: género, nivel de educación, rango de edad y cantón. En cuanto al flujo de semillas, cuando intercambian con: parientes, vecinos y otros no especificados en la entrevista, solo se detectó diferencias significativas a nivel de cantón, cuando intercambian con sus parientes. Considerando el lugar de intercambio: misma comunidad, otras comunidades, feria de semillas y otras, solo se detectó diferencias significativas a nivel de cantón, cuando intercambian en la misma comunidad. Para el uso de las semillas: autoconsumo, venta, autoconsumo-venta y otros, se detectó diferencias significativas a nivel de cantón para autoconsumo y a nivel de género para autoconsumo-venta. En cuanto al número de usos indicaron hasta cuatro, encontrándose diferencias significativas a nivel de cantón para dos usos. En cuanto al almacenamiento: balde, saco, funda y otro, hay diferencias significativas a nivel de educación para almacenamiento en funda y a nivel de rango de edad para otro tipo de almacenamiento no especificado en la entrevista.

CONCLUSIONES

Los poseedores de la mayor agrobiodiversidad en los cantones estudiados se encuentran principalmente en manos de indígenas mujeres. Los cultivos más frecuentes y a su vez con mayor diversidad resultaron algunas raíces y tubérculos tales como: papa, oca y melloco. Además, hay un importante porcentaje de flujo de semillas, ya que cerca de la mitad de los entrevistados intercambian sus semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- Allauca, J., Valverde, M., Tapia, C. (2018). Conocimiento, manejo y uso de la agrobiodiversidad en la Isla San Cristóbal. INIAP. Boletín técnico 173. INDIGO480. Puerto Baquerizo Moreno, Galápagos - Ecuador, 76 p.
- De la Torre, L., Alarcón, D., Kvist, L. P. & Salazar Lecaro, J. (2008). Usos medicinales de las plantas 105–114. *En*. De la Torre, H. Navarrete, P. Muriel, M., M. J. Macía & H. Balslev (eds.). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador L. Herbario QCA & Herbario AAU. Quito. 947p.
- Jacobsen, S.E., Sorensen, M., Pedersen, S.M., Weiner, J. (2015). Using our agrobioversity: plant-based solutions to feed the world. *Springer*, 35: 1217-1235.
- Tapia, C. (2015). Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la sierra de Ecuador. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Biología Vegetal. Madrid. 156p.
- Van den Eynden V. & Cueva E. (2008). Las plantas en la alimentación. 62–66. *En*. De la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía & H. Balslev (eds.). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador L. Herbario QCA & Herbario AAU. Quito. 947p.
- Zambrano, E. (2004). Estudio de la variabilidad de melloco (*Ulucus tuberosus* Caldas), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) en finca de agricultores Colta-Chimborazo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito.

Análisis de Estabilidad y Estabilidad Modificada para el Rendimiento de la Variedad de Maíz (*Zea mays* L.) INIAP-199

Carlos F. Yáñez¹, Carlos A. Sangoquiza¹, Marcelo R. Racines¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Sector Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.

E-mail: *carlos.yanez@iniap.gob.ec, cayanez@hotmail.com*

Palabras clave: *Ambiente, adaptabilidad, rendimiento.*

Áreatemática: *Mejoramiento genético.*

INTRODUCCIÓN

El “Maíz Morado” es una raza del *Zea mays* L. Es una planta que se cultiva en las zonas maiceras de la sierra ecuatoriana y se usa como alimento, desde hace milenios. Esta variedad de maíz ha sido usada por la población andina para dar color a alimentos y bebidas, algo que en el mundo industrializado recién se está explotando. Actualmente, su principal uso es la harina con la cual se prepara la denominada “colada morada”, bebida muy popular en las fiestas de los difuntos del 2 de noviembre (Yáñez, et al, 2010).

El objetivo del presente estudio fue determinar la estabilidad y adaptabilidad para el rendimiento de la variedad de maíz negro INIAP-199 “Racimo de Uva” con respecto a un testigo local en tres provincias de la sierra ecuatoriana..

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante siete años (2008-2014), en seis localidades contrastantes de las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Pichincha. Se evaluó la variedad de maíz INIAP-199 frente a un testigo local. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar. Los factores en estudio fueron: variedades, localidades y años; se realizó un análisis combinado. Los ensayos tuvieron tres repeticiones. Cada parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5,0 m de largo. Para estas fuentes de variación se realizó la prueba de separación de medias utilizando la Diferencia Mínima Significativa (DMS). El análisis se realizó utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión: 2015 libre. Para el cálculo de la estabilidad de la variedad se utilizó los parámetros de Eberhart y Russell (1966) y para el análisis de estabilidad modificado se utilizó el modelo de Hildebrand (1984), basado en el uso de la distribución de intervalos de confianza de las dos tecnologías (variedades).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis combinado de variancia muestra que hubo significación estadística para las variables años, variedades, localidades, años por variedades, años por localidades y variedades por localidades.

Para Variedades la prueba DMS separó dos rangos, observándose que INIAP-199 ocupa el primer rango, por presentar el rendimiento más alto (3.96 t ha⁻¹), y el testigo el segundo

rango con 1.37 t ha⁻¹. La DMS al 5% para Localidades, indica que la mejor localidad fue Latacunga (Cotopaxi), esto se debió a que en esta localidad contó con suficiente humedad (riego) permanente para el desarrollo del cultivo; en las otras localidades el cultivo fue de temporal. La prueba DMS para la interacción Años x Variedades, demuestra que la variedad INIAP-199 se comportó mejor en los años 2014 y 2009 con rendimientos de 4.90 t ha⁻¹ y 4.67 t ha⁻¹ respectivamente, en la EESC (Pichincha), mientras que el testigo en el año 2012 no presentó un buen rendimiento (0.70 t ha⁻¹). La prueba DMS para la interacción Variedades x Localidades, indica que la variedad INIAP-199 presentó el mejor rendimiento en las localidades de Tunshi (Chimborazo) y Latacunga (Cotopaxi) con 5.40 t ha⁻¹ y 4.90 t ha⁻¹ respectivamente, debido a que en las dos localidades se contó con riego permanente, mientras que el testigo en Alaquez (Cotopaxi) mostró el menor rendimiento (0.6 t ha⁻¹), debido a que en esta localidad se presentó condiciones de déficit hídrico en el ciclo del cultivo.

La Figura 1 muestra que la variedad INIAP-199 es consistente y presenta una buena respuesta en ambientes favorables ($\beta_i=1.52$), esto debido a que para la formación de la variedad se alternaron ciclos de selección en ambientes a través de años. En estos ambientes la variedad presentó el rendimiento más alto (4 t ha⁻¹) en relación al testigo (1.2 t ha⁻¹), en cambio que el testigo local presentó un $\beta_i=0.476$, que indica que a pesar de presentar una buena respuesta en ambientes desfavorables es algo inconsistente y poco estable (Vargas et al., 2016; Vera et al., 2013).

En los intervalos de confianza que se muestran en la Figura 2, la variedad testigo presentó una buena adaptabilidad (intervalos de confianza más cortos), pero en cambio posee un promedio de rendimiento menor (1.24 t ha⁻¹); en cambio la variedad INIAP-199 al presentar intervalos de confianza más amplios presenta una mejor estabilidad y adaptabilidad siendo los promedios de rendimiento mayores (3.89 t ha⁻¹).

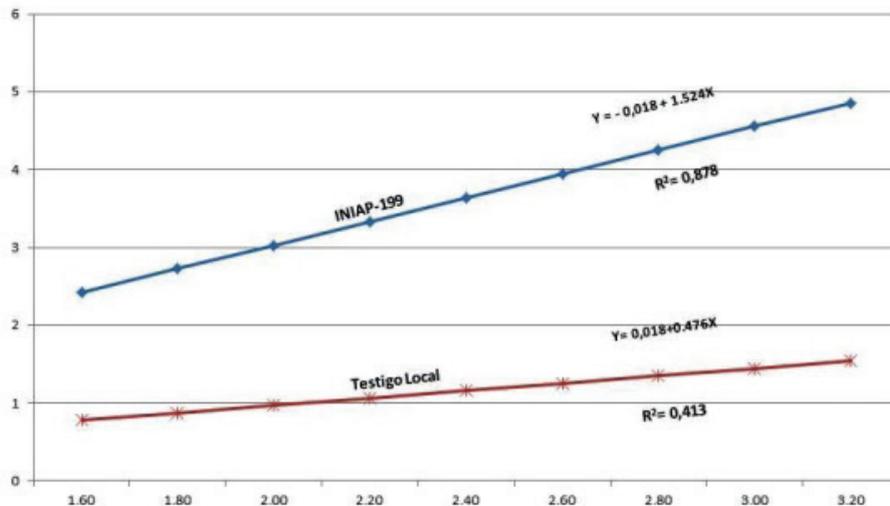


Fig. 1. Respuesta lineal de la variedad de maíz INIAP-199 y el testigo local a cambios de índices ambientales.

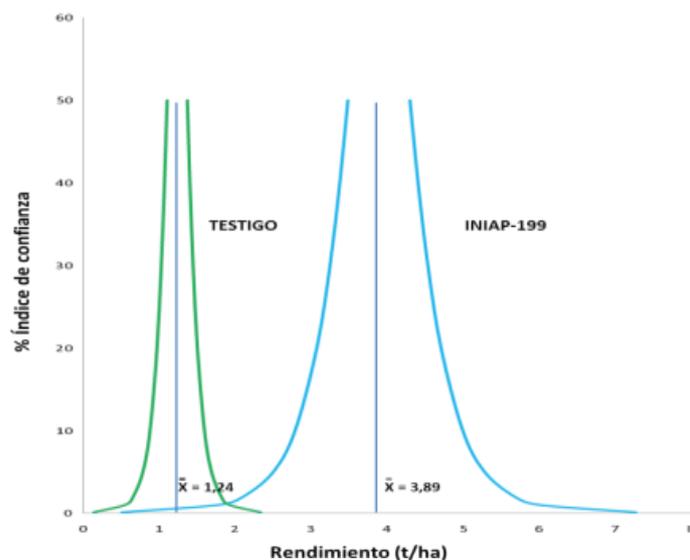


Fig. 2. Intervalos de confianza para rendimiento de la variedad de maíz INIAP-199 vs Testigo local.

CONCLUSIONES

La variedad INIAP-199 “Racimo de Uva” es consistente, presentó buena respuesta en ambientes favorables, con rendimientos de 4 t ha⁻¹; y los intervalos de confianza más amplios; mientras que el testigo local presentó buena respuesta en ambientes desfavorables, es inconsistente, tiene menores rendimientos en promedio de 1.2 t ha⁻¹, y los intervalos de confianza más estrechos.

BIBLIOGRAFÍA

- Eberhart, R.E., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci. (EE.UU.)* 6:36-40.
- Hildebrand P.E. 1984. Modified Stability Analysis of Farmer Managed, On-Farm Trials. *Agron. J.* 76:271-274.
- Vargas, E., Vargas J., Baena D. (2016). Análisis de estabilidad y adaptabilidad de híbridos de maíz de alta calidad proteica en diferentes zonas Agroecológicas de Colombia. *Plant Breeding and Plant Genetic Resources. Acta Agron.* (2016) 65 (1) p 72-79.
- Vera, D., Liuba, G. Godoy J., Diaz, O. Sabando, F., Garces, F., Meza, G. (2013). Análisis de estabilidad para el rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays*) en la Región Central del Litoral Ecuatoriano. *Scientia Agropecuaria* 4 (2013) 211-218.
- Yáñez, C., Racines, M., Caballero, D. (2010). Identificación de microcentros en el “Proyecto producción, uso sostenible y conservación de dos cultivares tradicionales de maíz (chulpi y negro) en la sierra del Ecuador”. Informe ESPOCH-INIAP. 58p.

Establecimiento *in vitro* de Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) y Avances en su Micropropagación

Luis Meneses¹, Fernanda Dueñas², Lisbeth Recto² y Eduardo Morillo¹

¹INIAP, Departamento Nacional de Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina. Mejía, Ecuador.

²UDLA, Facultad de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Quito, Ecuador.

E-mail: santiago.meneses@iniap.gob.ec

Palabras clave: Cultivo de tejidos, organogénesis, multiplicación *in vitro*.

Área temática: Agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) es un frutal andino de potencial agroindustrial y creciente demanda debido a sus propiedades antioxidantes y alto valor nutritivo (Coba *et al.*, 2012). En el Ecuador, los frutos se obtienen en los páramos de plantas en estado silvestre. La falta de material de propagación o de plantas para la siembra y producción, no ha promovido el cultivo comercial de mortiño, debido a que no posee de un sistema de propagación eficiente, dificultando la domesticación del cultivo, a diferencia de otros arándanos andinos (Torres *et al.*, 2010; Coba *et al.*, 2012). Una de las alternativas que puede contribuir para desarrollar posibles técnicas de multiplicación o propagación es el uso de agrotecnologías como la de cultivo de tejidos. El objetivo de este proyecto es desarrollar una tecnología para la propagación *in vitro* del mortiño.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en tres fases. 1) Germinación *in vitro* de semillas: se estudió el efecto de los medios básicos de cultivo; Woody Plant Medium (WPM), utilizado para el cultivo de plantas leñosas por la baja concentración de sales minerales y Murashige and Skoog (MS), utilizado por su alta eficiencia en el desarrollo de diversas especies vegetales, fotoperiodos de 16 y 24 horas luz (hl) y temperatura de 18°C y 28°C. 2) Establecimiento de brotes: se analizó el efecto de una desinfección previa con la adición de antioxidantes como el ácido ascórbico y ácido cítrico en concentraciones de 200 mg.100ml⁻¹, el uso de explantes jóvenes vs maduros, alcohol 70% por 1 minuto e hipoclorito de sodio al 2% por 15 minutos. Además se aplicaron estrategias para minimizar los efectos de la fenolización, como la adición de carbón activado 1g.l⁻¹ al medio de cultivo y subcultivos cada 10 días retirando los tejidos necrosados. Los explantes se mantuvieron en un cuarto de crecimiento a 18°C, humedad relativa de 40% y sin fotoperiodo para estimular la brotación. 3) Multiplicación *in vitro*: se evaluó el efecto de fitohormonas como la zeatina (ZEA) y el N⁶ isopentil-adenina(2iP), en dosis alta (1 mg.l⁻¹ y 10 mg.l⁻¹) y baja (0,5 mg.l⁻¹ y 5 mg.l⁻¹) respectivamente, así como el efecto del fotoperiodo 16 horas luz y sin fotoperiodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han desarrollado avances en la generación de una tecnología para la propagación *in vitro* de mortiño, los cuales se detallan a continuación: Fase 1: El mayor porcentaje de germinación de semillas se obtuvo en medio MS a los 80 días con 24 hl y a 18 °C



de temperatura alcanzando 61% de germinación, seguido del medio WPM en el que se registró 51%. Este resultado confirma que los factores de luminosidad y temperatura fueron influyentes, acorde con lo señalado por Finch y Leubner (2006) quienes mostraron que en la mayoría de las semillas, la germinación es más rápida en condiciones de luz debido a la presencia del fitocromo en el eje embrionario de la semilla. Fase 2: El menor porcentaje de contaminación, menor porcentaje de oxidación y mayor longitud de brote se obtuvo con la desinfección previa, el uso de antioxidantes y explante joven, alcanzando 10% de contaminación, 35% de oxidación y 2.05 mm de longitud de brote a los 35 días. La adición de antioxidantes a los procesos de desinfección, así como, en el medio de cultivo, disminuyó la fenolización y contaminación. La estrategia de realizar subcultivos frecuentes a un medio de cultivo fresco retirando el tejido necrosado, favoreció el desarrollo de los brotes, evitando el efecto inhibitorio de crecimiento del explante a causa de los exudados tóxicos liberados. Además, el uso de explantes, en estado juvenil o de material en crecimiento activo, disminuyó el estrés oxidativo acorde con Azofeifa (2009). Fase 3: Para la multiplicación se determinó que el uso de ZEA a dosis de 0,5 mg.l⁻¹ permite obtener la mejor respuesta con coeficientes de multiplicación de 4.3 brotes/explante y brotes de 5.8 mm de longitud promedio. Este resultado corrobora que la ZEA es una eficiente citoquinina para inducir la brotación especialmente en el género *Vaccinium* (Gajdosova *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

El uso de las técnicas de cultivo de tejidos descritas permitió el establecimiento y avances en la micropropagación de mortiño. La luz continua y la temperatura de 18°C son los factores determinantes para promover la germinación *in vitro* de semillas de mortiño. Las estrategias utilizadas contrarrestan los efectos letales de la oxidación, promueve el desarrollo de los brotes, optimizando la metodología de desinfección y establecimiento a condiciones *in vitro*. Es posible la multiplicación clonal por organogénesis, siendo la ZEA más efectiva que 2iP induciendo la proliferación de brotes.

BIBLIOGRAFÍA

- Azofeifa, A. (2009). Problemas de oxidación y oscurecimiento de explantes cultivados *in vitro*. *Agronomía Mesoamericana*. 20(1): 153-175
- Coba, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, F., Yugsi, E., y Hua Chi, L. (2012). Estudio Etnobotánico del Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 16(2): 5-13
- Finch, W. y Leubner, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol.* 171: 501-523
- Gajdošová, A., Ostrolucká, M., Libiaková, G., Ondrušková, E., y Šimala D. (2006). Microclonal propagation of *Vaccinium* sp. and *Rubus* sp. and detection of genetic variability in culture *in vitro*. *Fruit and Ornamental Plant Research*. 14 (1): 103-119
- Torres, M., Trujillo, D. y Arahana, V. (2010). Cultivo *in vitro* de mortiño. *Avances*, 2: 9-15

Calidad Fisiológica de Semillas de Trigo Sometidas a Secado Estacionario con Aire Ambiente Forzado

Marco A. Araujo¹, José S. Velásquez¹, Edwin R. Cruz¹, Ney R. Paula¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

E-mail: marco.araujo@iniap.gob.ec

Palabras claves: *Envejecimiento acelerado, germinación, madurez fisiológica.*

Área temática: *Producción y tecnología de semillas.*

INTRODUCCIÓN

La tecnología para la producción de semillas con alta calidad, permite cosechar lo más pronto posible a la madurez fisiológica, pero se sabe que, en esas condiciones, las semillas presentan un alto grado de humedad, sin ser compatible con la tecnología disponible para la cosecha mecánica (Villela & Silva, 1992; Peske & Barros, 1997; Miranda et al., 1999). En etapa de madurez fisiológica, las semillas de trigo presentan alrededor del 30% de humedad, siendo necesaria la inmediata reducción del grado de humedad al 13% a través del secado, condición indispensable para preservar la calidad de las semillas en almacenamiento (Silva Filho, 1999).

El secado estacionario empleando aire ambiente forzado es un método simple, sin embargo, solamente es viable en regiones o épocas en que la humedad relativa media del aire es inferior a 70%. A pesar de las ventajas que presenta el secado, esta operación puede ser potencialmente perjudicial a la calidad de las semillas y depende del correcto manejo de los niveles de agua inicial y final de las semillas, de la temperatura, humedad relativa, flujo de aire, tasa de secado y del período de exposición al aire caliente (Miranda et al., 1999).

Las semillas de trigo con elevado grado de humedad pueden ser sometidas al secado en silos de fondo falso empleando aire ambiente forzado. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de secado estacionario, con diferentes alturas de la capa de semillas, utilizando aire ambiente forzado sobre la calidad fisiológica de semillas de trigo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en la Unidad de Beneficio de Semillas (UBS) y en el Laboratorio de Análisis de Semillas (LDAS), del Departamento de Producción de Semillas, de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, durante el período de agosto 2016 a junio del 2017. Para la investigación se utilizó la variedad INIAP-Vivar. Para el secado se utilizó un silo de cuarto de fondo falso, de 3.87 m de largo, 1.85 m de ancho y 3.85 m de alto. El aire fue insuflado por un ventilador centrífugo movido por motor eléctrico de potencia de 25 HP y una velocidad de rotación de 1.750 rpm. Se colocaron 3.600 kg de semillas a flujos de aire de 1,3 m³.min⁻¹.t⁻¹, que corresponde a una presión estática de 220mm de H₂O/m de altura de la capa de semilla, calculado según Velásquez et al. (2008). Cuando la capa superior de la masa de la semilla alcanzó una humedad del 13%, fueron colectadas las muestras cada 0,25 m, desde los 0,25 m hasta 1,25 m encima de la base del silo. Las muestras que contenían 1,0 kg de semillas fueron acondicionadas en cajas de cartón siendo almacenadas en Laboratorio de Semillas de la EESC en condiciones

ambientales, para realizar posteriormente los análisis. Las evaluaciones de calidad de las semillas fueron realizadas, inmediatamente después del secado y al final de 300 días de almacenamiento.

El análisis de germinación, envejecimiento acelerado y emergencia de plántulas en campo fueron realizadas de acuerdo con las Reglas para Análisis de Semillas de la ISTA, distribuidas en cuatro submuestras. Las variables fueron analizadas con un DBCA con tres repeticiones, donde se analizó la altura de la capa de semillas y el período de almacenamiento (alturas/período de almacenamiento). Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico Infostat Profesional 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza germinación de las semillas, mostró diferencias significativas para los factores tiempo y altura de la capa de semillas, al analizar las pruebas de Tukey en relación al almacenamiento se observa dos grupos, uno inicial con promedios de 94,67% de germinación y el otro con 88,8% que es el análisis realizado luego del almacenamiento.

Para altura de la capa de semillas, la pruebas de Tukey muestra cinco grupos, siendo el de menor altura (0,25 m) el que mayor germinación obtuvo 95% y el de mayor altura (1,25 m) obtuvo la germinación más baja 88,33%. Ese comportamiento ocurrió, probablemente, en función del retraso en el avance del secado, para llegar a los puntos más elevados en el silo, conforme el flujo de aire, teniendo el efecto latente, que se manifiesta después de 10 meses de almacenamiento de las semillas. Resultados semejantes fueron obtenidos por Zimmer et al. (1992) utilizando un método similar de secado en semillas de arroz.

Para la germinación de las plántulas en campo, el análisis de variancia también mostró un efecto significativo para la altura de la capa de semillas en silo y tiempo de almacenamiento. Así mismo se verificó una reducción lineal en el porcentaje de plántulas emergidas, para las diferentes alturas. La prueba de Tukey, para altura de la capa de semillas varía de 92,83% a 0,25 m. y 86,17% a 1,25m. Los resultados obtenidos pueden, en parte, ser comparados a los obtenidos por Steiner et al. (1989)., que, evaluando lotes de semilla de trigo cuya germinación varió de 85 a 100%, se encontraron porcentajes de emergencia de entre 47 y 90%, indicando que tales diferencias en los niveles de vigor pueden ser atribuidas a diferentes regiones de producción y años de cultivo.

El análisis de variancia solamente mostró efectos significativos del factor altura de la capa de semillas, en cada época de evaluación, sobre el primer conteo del análisis de germinación de las semillas de trigo. La altura afectó al primer conteo del test de germinación representado de forma lineal, en los dos períodos de evaluación, conforme a las funciones ajustadas. Los resultados obtenidos indican un deterioro progresivo a medida que las semillas se encontraban más distantes de la entrada del aire en el silo y fueron sometidas a un mayor número de horas de secado para alcanzar el grado de humedad deseado (13%).

Los resultados del test de envejecimiento acelerado, también mostraron efectos significativos para los factores altura de la capa de semillas en silo y tiempo de almacenamiento, El efecto significativo para el factor período de almacenamiento de las semillas a los 10 meses de almacenamiento hubo una reducción media del 2,13% entre el inicio (88,4%) y el final (84,27%) en el porcentaje de plántulas normales en el test. Los

resultados obtenidos corroboran los alcanzados en trabajos semejantes con otras especies, conforme Maia (1995) en semillas de rye grass anual, Paula (1992) en semillas de soya y Rangel et al. (1997) en semillas de arroz.

Por otro lado el análisis de varianza mostró efectos significativos para el factor altura de la capa de semillas en silo, para los datos relativos a la longitud de la raíz en la evaluación realizada inmediatamente después del secado de las semillas, ocurriendo una reducción lineal, a medida que las semillas se encontraban más distantes de la entrada de aire en el silo. Eso significa un avance del proceso de deterioro de la semilla con un aumento de la altura en silo donde estaban localizadas las semillas, donde el tiempo requerido fue mayor para que las semillas alcancen la humedad deseada.

CONCLUSIONES

Es posible realizar el secado de semillas de trigo con un grado de humedad del 18% para 13%, en un silo secador con una altura de la capa de semilla de hasta 1,25 m de altura, sin causar efectos inmediatos perjudiciales a la calidad fisiológica de las semillas.

En semillas de trigo de la variedad INIAP-Vivar, secadas en silos de fondo falso y almacenadas durante un periodo de diez meses en condiciones ambientales de Santa Catalina, no se reduce significativamente la calidad fisiológica de estas y siguen cumpliendo con los estándares mínimos establecidos por ley.

BIBLIOGRAFÍA

- MAIA, M. Secagem de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) como ambiente forçado. (1995). 108f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) _ Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1995.
- MIRANDA, L.C.; SILVA, WR.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silocom distribui Ção radial do fluxo de ar. I – Monitoramento físico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999.
- PAULA, P.R.T. Secagem de sementes de soja em baixas temperaturas e pequenos fluxos de ar. (1992). 68f. Dissertação (Maestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1992.
- RANGEL, M.A.S; ZIMMER, G.J.; VILLELA, F.A. Secagem estacionária de sementes de arroz com ar ambiente. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.10, p.1081-1090,1997.
- SILVA FILHO, P.M. Processo de secagem, desempenho da semente e qualidade industrial do trigo. (1999). 64f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) _ Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.
- STEINER, J.J.; GRABE, D.F.; TULO, M. Single and multiple vigour tests for predicting seedling emergence of wheat. Crop Science, Madison, v.3, n.29, p.782-786, 1989.
- VELÁSQUEZ, J., MONTEROS. A., TAPIA. C., (2008). Semillas, Tecnología de Producción y Conservación. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador. 135 p.
- VILLELA, F.A.; SILVA, W.R. Curvas de secagem de sementes de milho utilizando o método intermitente. Scientia Agricola, Piracicaba, v.49, n.1, p.145-153, 1992.

Eficiencia de Fungicidas en el Control de Hongos del Suelo y Semillas de Maíz

Edwin R. Cruz¹, José S. Velásquez¹, Marco A. Araujo¹, Ney R. Paula¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

E-mail: edwin.cruz@iniap.gob.ec

Palabras claves: Control fitosanitario, tratamiento de semillas.

Área temática: Producción y tecnología de semillas.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción de maíz de altura ha disminuido en los últimos años debido a la reducción de áreas de siembra, poco uso de nuevas técnicas de cultivo y semillas de calidad. Iniap 2007, Sica 2003

La semilla es el insumo más importante en una producción agrícola y para el caso de maíz, representa apenas el 6 % del costo total, pero al mismo tiempo, es el vehículo más eficiente en la diseminación de plagas y enfermedades, lo cual debe ser controlado.

Para la Sierra ecuatoriana, los hongos más importantes que afectan a la semilla de maíz son: *Fusarium* spp. en condiciones de campo y en condiciones de almacenamiento *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. En el suelo los géneros *Pythium* spp. y *Fusarium* spp., son los más importantes ya que causan pudriciones radiculares y muerte de plántulas en pre y post-emergencia. Lucca Filho, O.A. 1987

Con estos antecedentes y con el afán de distribuir semillas de maíz de alta calidad, el Departamento de Producción de Semillas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, busca las mejores alternativas de control de enfermedades asociadas a la semilla, evaluando periódicamente junto con el control interno de calidad la eficiencia de los fungicidas disponibles en el mercado para el tratamiento de semillas de todos los cultivos con los que trabaja la Estación. En este caso específico, el objetivo de este experimento, fue evaluar la eficiencia de cinco fungicidas en el control de hongos asociados a las semillas de maíz y otros presentes en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Producción de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y en los campos de multiplicación de maíz. Se aislaron mazorcas de maíz de la variedad INIAP-180 con incidencia natural de 81,8 % de *Fusarium* spp. y 48,8 % de *Penicillium* spp. Para los factores en estudio se consideraron seis tratamientos cinco fungicidas: Captan + Carboxin en dosis de 200,0 + 200,0 g/kg; Thiabendazole 20,0 g/kg; Metalaxyl 35,0 g/kg; Thiram 140,00 g/kg y Fludioxonil 2,0 ml/kg y un testigo sin control. En la investigación se utilizaron dos tipos de diseño; completamente al azar (DCA) para laboratorio y de bloques completos al azar (DBCA) para campo, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Sanidad de la Semilla, se evaluó a los 7 días después de establecido el ensayo, se utilizó el método

de papel filtro en cámara, bajo condiciones controladas de temperatura, luz y humedad. Para la variable Emergencia de Plántulas en campo, la evaluación se realizó a los 21 días después de la siembra (dds), las semillas se sembró en una área de monocultivo de maíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la variable Sanidad de la Semilla (Figura 1), se puede apreciar que el menor porcentaje de incidencia de hongos presentes en la semilla, fue: Para *Fusarium* spp. el tratamiento con Fludioxonil fue el más eficiente con el 23,3 %, sin embargo no difirió del tratamiento Captan + Carboxin con el 36,7 %; mientras que, el peor tratamiento para controlar *Fusarium* spp. fue Metalaxyl con 78.8% y el testigo con 88,3 %. Para *Penicillium* spp. a excepción del tratamiento con Metalaxyl con 35,5 % de incidencia, los siguientes tratamientos fueron eficientes con porcentajes bajos de incidencia: Thiram 0.4 %, Thiabendazole 0,6 %, Fludioxonil 0,6 % y Captan + Carboxin con 1,5 %. Estos resultados concuerdan con Goulart, A.C.T. 1993.

Al analizar la variable Emergencia en Campo (Figura 2), para *Fusarium* spp, se puede observar diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el más eficiente el tratamiento con Fludioxonil con 93 % de emergencia y el peor tratamiento fue Metalaxyl con 43,3 %. Para *Penicillium* spp. no existen diferencias significativas entre los tratamientos con Thiram y Fludioxonil con 92 y 84,2 % respectivamente; en tanto que , el peor tratamiento fue Metalaxyl con 62,8 % y el testigo con 45,6 % de emergencia. Este resultado concuerda con los presentados por Tanaka & Balmer (1980).

Tabla 1. Incidencia de hongos asociados a las semillas de maíz INIAP-180 tratadas con fungicidas y emergencia de plántulas en campo, en la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Cutuglagua, Mejía, Pichincha, Ecuador. 2016.

TRATAMIENTO	Dosis (g i.a./100 kg de Semillas)	Sanidad de Semilla (%)		ESC ** (%)	
		FS	P*	FS	P
Captan + Carboxin	200,0+200,0	36,7 bcC	1,5 c	75,0 b	78,0 b
Thiabendazole	20,0	44,1 b	0,6 c	45,5 c	75,2 b
Metalaxyl	35,0	78,8 a	35,5 b	43,7 c	62,8 c
Thiram	140,0	42,0 b	0,4 c	60,0 b	92,0 a
Fludioxonil	20,0	23,3 c	0,6 c	93,0 a	84,2 a
Testigo	-	88,3 a	79,4 a	30,0 d	45,6 d
C . V (%)		14,5	29,4	2,9	2,7

g de i.a. = gramos de ingrediente activo

*Datos originales fueron transformados para arco seno raíz cuadrada porcentaje/100

**Único parámetro evaluado utilizando DBCA, los demás fueron con DCA.

FS = *Fusarium* spp.; P = *Penicillium* spp; ESC = Emergencia de plántulas en campo con monocultivo.

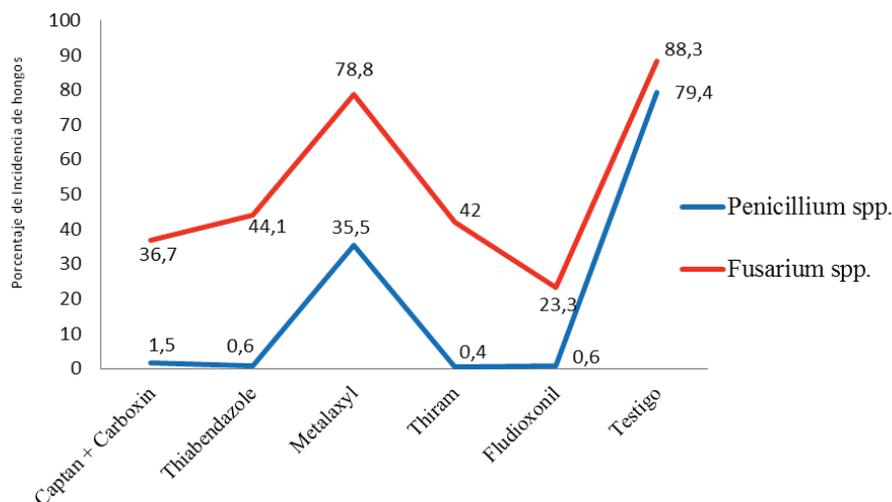


Fig. 1. Respuesta de las semillas de maíz al tratamiento con fungicidas y el porcentaje de incidencia de hongos presentes en la semilla en la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Cutuglagua, Mejía, Pichincha, Ecuador. 2016.

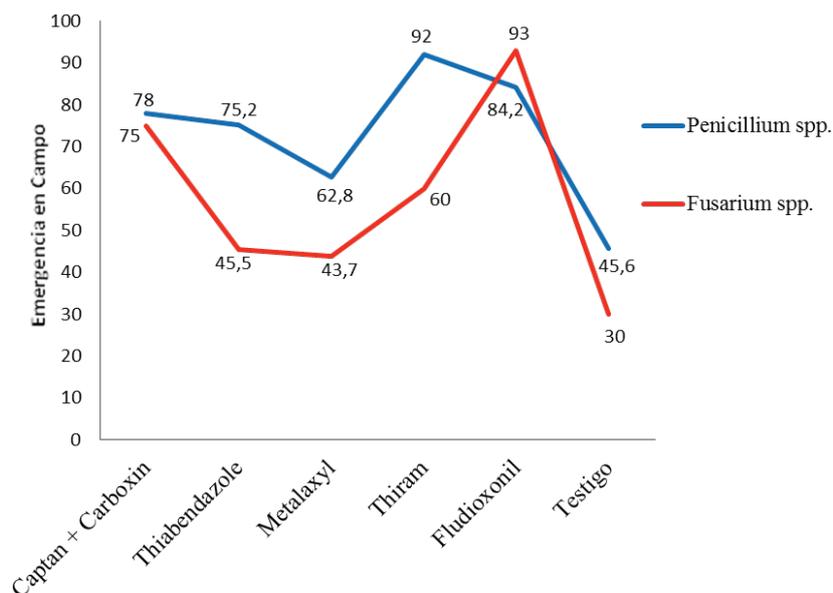


Fig. 2. Porcentaje de emergencia en campo de semillas de maíz tratadas con fungicidas en la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Cutuglagua, Mejía, Pichincha, Ecuador. 2016.

CONCLUSIONES

Fusarium spp y *Penicillium* spp hongos asociados a las semillas de maíz fueron controlados con aplicación de fungicidas.

El fungicida más eficiente para el control de *Fusarium* spp fue Fludioxonil, mientras que para *Penicillium* spp fue Thiram y Fludioxonil, obteniéndose los mejores porcentajes de emergencia de plántulas en campo.

En condiciones sub óptimas (suelo húmedo y frío) el tratamiento de semillas fue eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Goulart, A.C.T. Tratamento de sementes de milho (zea mays L.) com fungicidas. Revista Brasileira de sementes, Brasilia, v. 15, p. 165-169, 1993.
- Iniap, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Informe Anual (2007). Departamento de Producción de Semillas. Quito-Ecuador, p. 21.
- Lucca Filho, O.A. Testes de sanidade de sementes de milho. In: Soave, J.; Wetzel, M.M.V. da S. Patologia de sementes. Campinas: Fundacao Cargill/Abrates-Copasem, 1987. p. 430 – 440.
- Pinto, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho. p.52–57. In: Tratamento químico de sementes: Anais; Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, IV, Gramado, 1996. Campinas, Fundacao Cargill, 1996. p. 52 – 57.
- Sica, III Censo Nacional Agropecuario: Resultados nacionales y provinciales. Quito-Ecuador, p. 256. p, 2003.
- Tanaka, M.A.S., Balmer, E. Efeito da temperatura e dos microorganismos asociados ao tombamento na germinacao de sementes de milho (zea mays L.). Fitopatología Brasileira, Brasilia, v. 5, p. 87 – 93, 1980.

Estudio de la Variabilidad Genética y Establecimiento *in vitro* de *Pinus radiata*

Johanna Buitrón¹, Luis Meneses¹, Franklin Sigcha², María Gallardo³

¹ INIAP, Departamento Nacional de Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina.

² INIAP, Programa Nacional de Forestería. Estación Experimental Santa Catalina.

³ Aglomerados Cotopaxi S.A.

E-mail: johanna.buitron@iniap.gob.ec

Palabras clave: Pino, análisis molecular, establecimiento *in vitro*.

Área temática: Agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El interés por los bosques tiene una importancia vital debido al papel que desempeñan en el ciclo global del carbono. El Gobierno Nacional ha implementado estrategias para incrementar el área plantada de especies priorizadas, generar materia prima para la industria de la madera y aportar en la reducción del aprovechamiento indiscriminado del bosque nativo, siendo el pino una de las especies priorizadas para alcanzar estos objetivos (MAGAP, 2015). El pino (*Pinus radiata*) es una especie arbórea perteneciente a la familia de las pináceas, originaria del suroeste de los Estados Unidos. En el Ecuador, las principales plantaciones comerciales se encuentran distribuidas en la sierra, como en las provincias de Pichincha y Cotopaxi. Los estudio de diversidad genética serán complemento para la selección de individuos que tienen características sobresalientes, además proporcionarán datos indispensables para trabajos de mejoramiento en esta especie (Sanabria *et al.*, 2006). Por ende, la biotecnología en el campo forestal será una herramienta útil para resolver problemas que se presentan con el uso técnicas tradicionales del manejo forestal, por ejemplo: la selección de marcadores moleculares para caracteres de interés, el desarrollo de tecnologías de transformación genética y la multiplicación clonal *in vitro* que permita la multiplicación ilimitada de genotipos élite (Montalbán, 2010). El objetivo del presente trabajo fue aplicar herramientas biotecnológicas en pino, para determinar la variabilidad genética de árboles plus, perteneciente a Aglomerados Cotopaxi y establecer un protocolo de establecimiento *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis molecular: se realizó la colecta de tejido foliar de 110 árboles de *P. radiata* provenientes de la parroquia San Juan de Pasto Calle (provincia de Cotopaxi). La extracción del ADN se efectuó a partir de tejido seco, con el protocolo descrito por Russell *et al.* (2010), con las modificaciones de Souza *et al.* (2012). Las muestras de ADN fueron cuantificadas mediante espectrofotometría y validadas con el marcador microsatélite Pr118. La colección de pino fue genotipada con diez marcadores microsatélites seleccionados del trabajo Devey *et al.* (2002), con la metodología *M13 Tailing* (Morillo y Miño, 2011). Los productos amplificados fueron corridos en geles de poliacrilamida en el LI-COR4300s y las imágenes generadas en software SAGA-GT. La matriz genotípica obtenida fue analizada en los programas PowerMarkerV3.25, DARWIN 6. Y GenAlexV6.5.

Establecimiento *in vitro*: se realizó la colecta del material vegetal de *P. radiata* (brotes)

de los rodales de Aglomerados Cotopaxi (San Joaquín) y de la Estación Experimental Santa Catalina. En este acápite se estudió el efecto de los agentes desinfectantes alcohol al 70% e hipoclorito de sodio NaOCl (en dosis alta 2% y baja 1%); se empleó tres medios de cultivo: Murashige and Skoog (MS), Woody Plant Medium (WPM) y Quoirin and Lepoivre (LP); y se usó tres tipos de explante: brote joven de invernadero, brote joven de campo y brote adulto de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis molecular: el número de alelos promedio fue de 15 alelos/locus. Los valores promedio de heterocigosidad esperada (H_e) fue de 0.78. El índice de contenido de polimorfismo promedio (PIC) fue de 0.7728. El marcador con el mayor PIC fue el Pr265 (0.9326) y el marcador menos informativo fue el Pr9.3 (0.457). Se generó un dendrograma con la formación de dos grupos, además se identificó tres genotipos duplicados con un 100% de *matching* (empate de alelos).

Establecimiento in vitro: el menor porcentaje de contaminación y oxidación se obtiene con el uso de NaOCl al 1 %, medio de cultivo LP y brote joven alcanzando 0 % de contaminación y 50% de oxidación a los 15 días, en tanto que, el mayor porcentaje de contaminación y oxidación se obtiene con el uso de NaOCl al 2 %, medio de cultivo LP y brote adulto de campo alcanzando 75 % de contaminación y 91.66% de oxidación a los 15 días. Los explantes fueron de plantas de invernadero con tratamientos fitosanitarios previos, reduciendo la carga de microorganismos, haciendo que los agentes desinfectantes sean efectivos. Además, el medio LP tiene concentraciones bajas de las sales minerales, reduciendo la oxidación de los explantes (Mohan y Häggman, 2010).

CONCLUSIONES

El análisis molecular de la colección de *P. radiata* reveló una alta variabilidad genética dentro de los árboles plus, este resultado permitirá seleccionar materiales con características genéticas diferentes y relevantes (mayor producción, resistencia factores bióticos y abióticos). La verificación de materiales duplicados permitirá la depuración de la colección.

Es posible establecer *P. radiata* a condiciones *in vitro* bajo la metodología de organogénesis a partir de brotes.

BIBLIOGRAFÍA

- Devey, M. E., Bell, J. C., Uren, T. L., & Moran, G. F. (2002). A set of microsatellite markers for fingerprinting and breeding applications in *Pinus radiata*. *Genome*, 45(5), 984-989.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2015). Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales. Guayaquil, Ecuador. 66 p.
- Mohan S y Häggman H. (2010). Protocols for micropropagation of woody trees and fruits. Springer. Netherlands. 559 p.
- Montalbán I. (2010). Desarrollo y optimización de herramientas biotecnológicas para la obtención de material clonal de *Pinus radiata*. Universidad del país Vasco. 244 p.

- Morillo, E., Miño, G. (2011). Marcadores Moleculares en Biotecnología Agrícola: Manual de procedimientos y técnicas en INIAP. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- Russell A, Samuel R, Rupp B and Barfuss MHJ (2010). Phylogenetics and cytology of a pantropical orchid genus *Polystachya* (Polystachyinae, Vandeeae, Orchidaceae): Evidence from plastid DNA sequence data. *Taxon*, (59), 389- 404.
- Sanabria, H., García, M., Muñoz, J. E., & Díaz, H. A. (2006). Caracterización molecular con marcadores RAM de árboles nativos de *Psidium guajava* (guayaba) en el Valle del Cauca. *Acta Agron*, 55(1), 23-30.
- Souza, H. A., Muller, L. A., Brandao, R. L., & Lovato, M. B. (2012). Isolation of high quality and polysaccharide-free DNA from leaves of *Dimorphandramollis* (Leguminosae), a tree from the Brazilian Cerrado. *Genet Mol Res*, (11), 756-764.



Sección técnica:
Manejo Integrado de Cultivos

Determinación de los Requerimientos Hídricos Para el Cultivo de Fréjol (*Phaseolus Vulgaris*) Var. Calima

Juan E León¹, Juan D Gaibor¹, Jorge P Cevallos¹, Jorge E Segovia¹, Robinson F Peña¹

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Centro Experimental del Riego.

E-mail: jleon@epoch.edu.ec

Palabras clave: Ajuste Kc fréjol, requerimientos de agua fréjol, riego en fréjol.

Área temática: Manejo integrado de cultivos

INTRODUCCIÓN

Para evaluar la eficiencia en el uso del agua para riego, es necesario conocer el volumen de agua que consumen las plantas en el proceso evapotranspiración y la cantidad de precipitación o de agua proveniente de un riego que puede ser aprovechada en dicho proceso. Estimar estos componentes es muy difícil, debido a la cantidad de factores del clima, del suelo y de las plantas que influyen.

En la investigación se plantearon como objetivo general el determinar los requerimientos hídricos en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) var. Calima. en base a lisimetria, tanque de evaporación tipo A, fórmulas empíricas, como objetivos específicos. Definir las etapas del desarrollo de cultivo. Ajustar el kc para el cultivo de fréjol. Determinar la huella hídrica para el cultivo de fréjol y realizar análisis económico de los tratamientos

MATERIALES Y MÉTODOS

Semilla de fréjol variedad calima. Lisímetros de drenaje, sistema de riego a goteo, equipos de laboratorio y campo. La investigación se ejecutó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Campus Macají de la Provincia de Chimborazo, Centro Experimental del Riego (CER). Altitud 2.821 m.s.n.m, Lat 1°39'18,82" S, Long 78°40'39.99", T. 13,5 °C, Precipitación 350 mm/año, Humedad relativa 66,4 %

Los tratamientos plateados: para el T1 aplicación de láminas de riego determinado por lisímetro de drenaje, para el T2 aplicación de la lámina de riego en función al tanque de evaporación tipo A y T3 aplicación de la lámina de riego en función al formulas empíricas, la frecuencia de riego en T2 y T3 se aplicó cuando la humedad en el suelo abatió el 25 % de capacidad de campo.

El diseño experimental fue de BCA con 3 tratamientos y 3 repeticiones, área total del ensayo 1156 m², Se determinó el coeficiente de variación, expresado en porcentaje. Se realizó el análisis económico con el método relación beneficio costo.

Las variables consideradas: Días a la emergencia, Días a la floración, Días al envainado, Días a la cosecha en verde, Altura de la planta, Contenido relativo de agua, Número de vainas por planta, Peso total de las vainas, Rendimiento parcela neta, Materia seca, Huella Hídrica, Análisis económico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo de cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) Var. Calima tuvo una duración total para el T1 de 119 días, T2 de 126 días y T3 de 124 días. Los requerimientos hídricos se determinó que para el T1 se aplicó una lámina de riego total de 306.38 mm, para el T2 una lámina de 614.96 mm y para el T3 una lámina de 421.79 mm, en los tres tratamientos se incluye la precipitación caída en el ciclo del cultivo de siembra a cosecha. En cuanto a la Huella Hídrica se logró determinar que para el T3 con la aplicación de 733.76 litros de agua se produce un kg de frejol verde, para el T1 con la aplicación de 821.26 litros de agua se produce un kg de frejol verde y para T2 con la aplicación de 1196.34 litros de agua se produce un kg de frejol verde, lo que demuestra que no porque aplico más agua voy a tener mejores producciones.

CONCLUSIONES

Para la aplicación de riego en el cultivo de frejol, para las condiciones edafoclimáticas del cantón Riobamba; se debe utilizar valores de Kc ajustado con Lisimetria de 0.65- 0.96 – 1.05 – 0.86 para la etapa inicial, desarrollo, intermedia y etapa final respectivamente. Si se utiliza información del tanque tipo A se debe utilizar el Kc ajustado de, 1.47 – 1.83 – 1.82 – 1.02 para la etapa inicial, desarrollo, intermedia y final respectivamente. Si se utiliza información de fórmulas empíricas se debe aplicar el Kc ajustado de, 0.45 – 1.0 – 1.06 – 0.11 para la etapa inicial, desarrollo, intermedia y final respectivamente. Para lograr la mejor Huella Hídrica se debe aplicar el Kc del T3. Para obtener el mayor beneficio neto se debe aplicar el riego tomando en consideración el Kc del T3.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA-GALLEGOS, J. A. (2011). Efecto de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol* drought effect in bean biomass and grain production. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(2), 249-263.
Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-934201100020006
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., & SMITH, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje*. Disponible en: <https://doi.org/M-56>
- BUSTAMANTE, W. ET ALL. (2012). Efecto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos. Adaptación de la agricultura de riego ante el cambio climático. México DF- México. 77-78pp
- FAO. (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos.
- HARGREAVES G. y MERKLEY G. (2000). Fundamentos del riego. Water resource publications, llc. Centro internacional de riego. Utha EUA.
- LEÓN J. (2012). Riegos y drenajes. Primera Edición. Editorial E – COPYCENTER. Riobamba Ecuador. pp 13 – 57.

Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE) en el Cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) en las Provincias de Imbabura y Chimborazo

Yamil E Cartagena¹, Rafael A Parra¹, Soraya P Alvarado¹ y Franklin M Valverde¹

*¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Sector Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.
E-mail: yamil.cartagena@iniap.gob.ec*

Palabras clave: Fertilización, nitrógeno y fósforo.

Área temática: Manejo integrado de cultivos y Producción de semillas.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el maíz tiene importancia debido a la superficie sembrada que se dedica a la producción y al ser un componente básico en la alimentación de la población rural y de las ciudades (Yáñez, 2002). La superficie cosechada de maíz de altura en seco en el año 2016 fue de 44756 ha⁻¹, con una producción total de 30251 t y un rendimiento 0.67 t ha⁻¹ en promedio (INEC, 2016).

El desequilibrio nutrimental es un factor determinante en la pérdida de la fertilidad del suelo, debido a que la extracción de los nutrientes con las cosechas provoca que más nutrientes minerales salgan del suelo, comparados con los que se reponen a través de la fertilización orgánica e inorgánica. La extracción de nutrientes en el cultivo de maíz bajo un manejo del agricultor es de 74.5 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), 15.8 kg ha⁻¹ de fósforo (P), 67.4 kg ha⁻¹ de potasio (K) en la mazorca y los residuos, con un rendimiento en grano de 2.4 t ha⁻¹. Mientras que con un manejo de fertilización completa, las extracciones de nutrientes alcanzan 132.5 kg ha⁻¹ de N, 24.6 kg ha⁻¹ de P, 149 kg ha⁻¹ K en mazorca y residuos, con un rendimiento en grano de 5.5 t ha⁻¹ (Alvarado et al., 2011).

Debido a las variaciones de las condiciones climáticas, edáficas y del cultivo, surge la metodología de Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE), que busca entregar nutrientes a la planta en la forma y momento en que los necesite. Es así que el MNSE, permite ajustar dinámicamente el uso de fertilizantes para llenar efectivamente el déficit que ocurre entre la necesidad total de nutrientes para obtener rendimientos altos y el aporte provenientes de las fuentes nativas del suelo. En esencia se busca obtener altos rendimientos y eficiencia de uso de los nutrientes por el cultivo (Dobermann & Fairhurst, 2000; Alvarado et al., 2011).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la omisión de N, P, K, S y niveles de N aplicados al suelo en el rendimiento de maíz en las provincias de Imbabura y Chimborazo, con el fin de generar una recomendación de fertilización con la metodología de MNSE para los dominios de recomendación en las zonas de estudio

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año agrícola 2015-2016, se instalaron dos experimentos con MNSE en el cultivo de

maíz en la provincia de Imbabura en las localidades de San Nicolás y Peribuela (parcelas de omisión de N y P) y un experimento en la provincia de Chimborazo en la localidad de Cortijo Bajo (parcelas de omisión para los nutrientes N, P, K y S). En las dos provincias, se evaluó la recomendación preliminar generada con MNSE (100-40-30-20 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O y S, respectivamente) y un tratamiento de fertilización en abundancia con todos los nutrientes para que el cultivo no tenga restricción nutrimental y pueda expresar su rendimiento potencial para cada localidad, más los testigos con fertilización del agricultor y absoluto (sin fertilizante) y poder determinar las brechas de rendimiento por efecto de los tratamientos.

En la provincia de Imbabura se utilizó un diseño completamente al azar, diez tratamientos, tres observaciones, resultando treinta unidades experimentales y para la provincia de Chimborazo se utilizó un diseño completamente al azar, doce tratamientos, tres observaciones, resultando treinta y seis unidades experimentales.

El material biológico utilizado fue semilla de maíz de la variedad local Guandango para la provincia de Imbabura y la variedad INIAP-102 Blanco Blandito para la provincia de Chimborazo. El tamaño de la parcela fue de 20.0 m² (5 x 4 m). La distancia entre líneas de 0.80 m y entre plantas de 0.5 m, obteniéndose una densidad de 50000 plantas ha⁻¹. Se evaluó la eficiencia agronómica, extracción de nutrientes y rendimiento para la generación de la recomendación de fertilización con el enfoque de MNSE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La eficiencia agronómica para el nitrógeno en la provincia de Imbabura en las localidades de San Nicolás fue de 17.8 kg ha⁻¹ y Peribuela con 29.7 kg ha⁻¹ y para la provincia de Chimborazo en Cortijo Bajo con 39.9 kg ha⁻¹. El fósforo en las dos localidades de la provincia de Imbabura tuvo valores similares a 17 kg ha⁻¹, en tanto que para la provincia de Chimborazo no existió respuesta a este elemento.

Los rendimientos más altos en maíz ajustados al 14% de humedad, se tuvieron con el tratamiento 2 (6.0 t ha⁻¹) en las dos provincias en estudio y el menor con el tratamiento 4 (3.0 t ha⁻¹) para la provincia de Imbabura y el tratamiento 6 (2.2 t ha⁻¹) en la provincia de Chimborazo.

La mayor extracción de macro nutrientes como el nitrógeno y potasio fue mayor con el tratamiento 7 en la provincia de Imbabura y con el tratamiento 3 en la provincia de Chimborazo.

La recomendación de fertilización utilizando la metodología del MNSE para obtener 6 t ha⁻¹ como rendimiento meta, en las dos provincias en estudio fue de 100-40-30-20 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O y S, respectivamente.

CONCLUSIONES

El nitrógeno en el cultivo de maíz en el elemento más importante en la nutrición, seguido del fósforo, los cuales afectaron notablemente el rendimiento del cultivo

El mayor rendimiento con la metodología del MNSE en el cultivo de maíz (6 t ha⁻¹), se

obtuvo con la aplicación de 100 kg N ha⁻¹, 40 kg P₂O₅, ha⁻¹, 30 kg K₂O₅ ha⁻¹ y 20 kg S, ha⁻¹ y los promedios de extracción con 183, 38, 176, 40, 26 y 13 kg ha⁻¹ para N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg y S, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, S., R. Jaramillo, F. Valverde y R. Parra. (2011). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. Quito. Quito, Ecuador: INIAP Boletín Técnico, 150.
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. H. (2000). Nutrient disorders and nutrient management. Potash and Phosphate Institute, Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute, Singapore.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2016). Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador. Disponible en: <http://157.100.43.205/lcds-samples/testdriveremoteobject/main.html#app=44e4&a24-selectedIndex=0> (Consultado diciembre 2016). Quito, Ecuador.
- Yáñez, C. (2002). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito.

Comprender la Roya Amarilla del Trigo en Canadá

H.R. Kutcher¹ and G. S. Brar¹

¹Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan, 51 Campus Dr., Saskatoon, SK S7N 5A8 Canada.

E-mail: randy.kutcher@usask.ca

Palabras clave: *Roya amarilla, razas, linajes.*

Área temática: *Manejo Integrado de cultivos y Producción de semillas.*

INTRODUCCIÓN

La Roya del trigo, causada por *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. *tritici* Erikss. (*Pst*), se ha vuelto común en todo Canadá desde el año 2000; sin embargo, muchas variedades de trigo canadienses carecen de resistencia. Este estudio se llevó a cabo para caracterizar las razas fisiológicas y los linajes genéticos de *Pst* del oeste de Canadá y para identificar genes efectivos de resistencia al trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 59 aislados entre 2011 y 2013 de Saskatchewan y Alberta para determinar la frecuencia de virulencia y la diversidad en un conjunto internacional de 31 líneas diferenciales de trigo, que incluían 20 líneas semi isogénicas. Los genes de resistencia efectiva (*Yr*) en los diferenciales fueron identificados bajo las condiciones de campo exponiendo los diferenciales al inóculo natural en múltiples localizaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo condiciones controladas en la etapa de plántulas, las líneas de trigo diferenciaron los 59 aislados en 33 razas, de las cuales una raza representaba el 31% de la población, y las cuatro razas más comunes representaban el 50% de la población (Brar and Kutcher, 2016). Ninguna de las razas fue virulenta en *Yr5*, *Yr15* o *YrSP*. La frecuencia de virulencia osciló entre el 65-98% en *YrA*, *Yr2*, *Yr27*, *Yr29*, *Yr32*, *YrSu*, 'Heines VII', y 'Nord Deprez'. La evaluación del conjunto diferencial plantado en el campo indicó que los genes *Yr5*, *Yr15*, *YrSP* y los de 'Yamhill' fueron efectivos en todas las localidades de Saskatchewan; sin embargo, *YrA*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr27*, *Yr29*, *Yr31*, *Yr32* y *YrSu* no lo fueron. En el suroeste de Saskatchewan, *Yr17* y *Yr18* fueron efectivo en campo, mientras que, *Yr10* no (Brar et al., 2017).

Utilizando marcadores de repetición de secuencia simple (SSR, single sequence repeat) específicos de *Pst*, se detectó (formal) la existencia de cuatro linajes genéticos. Se identificaron dos linajes previamente reportados: *PstS0*, que representa un antiguo linaje del noroeste de Europa, y *PstS1*, que representa cepas invasivas adaptadas a temperaturas cálidas. Adicionalmente, se identificó en el presente estudio que dos nuevos linajes: *PstS1-relacionado* y *PstPr* producen el doble de eventos de recombinación únicos en comparación con *PstS0* y *PstS1*. Concluimos que *PstPr* es una recombinación sexual y una incursión exótica, y está estrechamente asociada con los linajes *PstS5*, *PstS7*

(Guerrero), *PstS8* (Kranich), y *PstS9*, los cuales se originaron de la recombinación sexual en el centro de diversidad - Región del Himalaya.

CONCLUSIONES

Identificamos 33 razas de *Pst* en el oeste de Canadá, una raza representaba el 31% de la población, y cuatro razas representaban el 50% de la población. Los genes de resistencia *Yr5*, *Yr15* y *YrSP* fueron genes de resistencia efectivos en todas las etapas y *Yr17* y *Yr18* fueron efectivos en la etapa de plantas adultas en el oeste de Canadá. Cuatro linajes genéticos de *Pst* fueron detectados en el oeste de Canadá y uno es probablemente una incursión reciente similar a las razas virulentas de linajes detectadas en Europa.

BIBLIOGRAFÍA

- Brar, G.S. and H.R. Kutcher. (2016). Race characterization of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the cause of wheat stripe rust, in southern Alberta and Saskatchewan, Canada and virulence comparison with races from the USA. *Plant Dis.* 100(8): 1744-1753. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-12-15-1410-RE>
- Brar, G.S., R. Graf, R. Knox, H. Campbell and H.R. Kutcher. (2017). Reaction of differential wheat and triticale genotypes to natural stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) infection in Saskatchewan, Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 39(2): 138-148. <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1341433>
- Brar, G.S., Ali, S., Qutob, D., Ambrose, S., Lou, K., Maclachlan, R., Pozniak, C.J., Fu, Y.-B., Sharpe, A.G., and H. R. Kutcher. (2018). Genome re-sequencing and simple sequence repeat markers reveal the existence of divergent lineages in the Canadian *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* population with extensive DNA methylation. *Environ. Microbiol.* 20: 00-00. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14067>

Cuantificación del Daño y Validación de una Estrategia de Control Químico de la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el Cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador.

Laura E Vega¹, Diego G Rodríguez¹, Ángel R Murillo¹, Nelson G Mazón¹

*¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Leguminosas y Granos Andinos. Sector Cutuglagua, Km 1½, Mejía, Pichincha, Ecuador.
E-mail:laura.vega@iniap.gob.ec*

Palabras clave: Enfermedad, fungicidas, grano andino.

Área temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa originaria de los Andes, importante por su alto valor nutritivo, adaptación a condiciones edafoclimáticas desfavorables y mejoramiento de la fertilidad de los suelos (fijación biológica de nitrógeno, abono verde) (Peralta et.al., 2014). Este cultivo, si es sembrado en zonas o en épocas con alta precipitación, es afectado por la antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), la cual ocasiona pérdidas de hasta el 100% (Falconí, 2012). La alternativa más apropiada para el control es la resistencia genética, para lo cual se realizó una exploración de fuentes de resistencia en 126 accesiones de la colección de germoplasma de *Lupinus mutabilis* del INIAP, sin identificarse plantas resistentes. Una de las alternativas más difundidas entre los agricultores es el control químico; realizándose las aplicaciones en floración o en etapas tempranas del cultivo cuando la enfermedad se presenta. Desde el año 2015, el Programa de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP evaluó *in vitro* la eficiencia de 12 fungicidas, de los cuales se seleccionaron cuatro para ser probados en campo durante el ciclo de cultivo 2016. En el ciclo 2017 se evaluaron los dos mejores productos y se cuantificó el nivel de daño de la enfermedad (INIAP, 2018). El objetivo del presente estudio fue cuantificar el daño del patógeno y establecer alternativas de control químico como parte del manejo integrado de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2015, en condiciones *in vitro*, en medio de cultivo PDA, se evaluaron 12 fungicidas (I.A.): Benomyl (2), Azoxystrobina (2), Azoxystrobina + Difeconazol, Difeconazol, Penconazol, Tebuconazole, Boscalid + Pyraclostrobin, Clorotalonil, Carbendazim, Mancozeb; y tres dosis para identificar los productos más efectivos, en un DCA en arreglo factorial 12x3. Se evaluó el crecimiento del micelio del patógeno y la EC50 (desarrollo del micelio inferior al 25%). En el año 2016, se inoculó antracnosis (concentración de 1.2×10^6 conidias/ml) en plantas de chocho. Se evaluó la efectividad de los cuatro productos seleccionados en condiciones *in vitro*, incluyendo tres dosis para cada producto (máxima, media y mínima), en un DBCA en arreglo factorial 4x3. Se registró datos de % de incidencia y severidad de antracnosis, vigor (escala de 1 a 9 donde: 1 indica planta vigorosa y 9 planta débil), peso de vainas y semillas (sanas e infectadas - rendimiento). Con los datos de severidad se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC). En 2017, con los dos mejores productos, se replicó el ensayo en la

localidad de Puichig-Mejía, con la utilización del diseño y las variables mencionadas con la adición del factor épocas de aplicación a los 7, 22 y 37 días después de la inoculación de antracnosis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ensayo *in vitro*, en base al % de crecimiento del micelio y la EC50 se seleccionaron cuatro productos: Boscalid+Pyraclostrobin (B+P), Tebuconazole (T), Azoxystrobina+Difeconazol (A+D) y Difeconazol (D). De los cuatro productos evaluados en campo en el 2016, las parcelas aplicadas con B+P y A+D presentaron un nivel intermedio de severidad (inferior al 50%) frente al testigo, el cual obtuvo una severidad alta. Los tratamientos con B+P y A+D superaron en un 30 y 28% respectivamente el rendimiento alcanzado por el testigo, lo cual demuestra una alta correlación entre el nivel de daño de la enfermedad y el rendimiento, además en la variable % de pérdida de rendimiento. En cuanto al AUDPC, variable que representa los resultados acumulativos de la epidemia, mientras más altos son los valores, la susceptibilidad es mayor; este es el caso del tratamiento testigo; en cambio, los tratamientos más efectivos fueron B+P y T. Los datos obtenidos en este ciclo señalan que se puede alcanzar un 70% de severidad de antracnosis cuando existen condiciones idóneas para el desarrollo de la enfermedad, reduciendo de manera drástica el rendimiento (Tabla 1). Las plantas más vigorosas se encontraron en los tratamientos que presentaron los más altos rendimientos y el menor porcentaje de semilla infectada (Tabla 1).

Tabla 1. Rangos (Tukey 5%) de variables evaluadas en el ensayo de cuantificación de daño de *C. acutatum* empleando cuatro fungicidas para su control, durante el ciclo de cultivo 2016. EESC, INIAP, Quito, Pichincha, Ecuador. 2018.

Tratamiento	%Severidad	AUDPC	Vigor	Rendimiento (g/p*)	%Semilla infectada	%Pérdida Rend.
Boscalid + Pyraclostrobin	33.61 a	2356 A	2.89 a	2925.96 a	1.02 a	0 a
Azoxystrobina + Difeconazol	46.39 bc	2572 Ab	4.44 b	3161.49 a	1.42 a	0 a
Tebuconazole	39.16 b	2497 A	3.89 b	2544.30 a	2.89 b	0 a
Difeconazol	51.94 bc	2739 Bc	4.78 bc	1665.36 b	2.65 ab	25.53 b
Testigo	73.33 c	3033 C	7.00 c	883.57 b	2.87 ab	60.49 c
Promedios	48.89%	2639 u	4.6	2236.13 g	2.17%	17.2%

*p: parcela de 12.8 m².

No se presentaron diferencias estadísticas en dosis e interacciones; por tanto, cada factor actúa de manera independiente. Con los resultados expuestos, se seleccionaron los fungicidas B+P y A+D y en el ciclo 2017 se realizó el ensayo de cuantificación de daño de antracnosis empleando los dos fungicidas. No se observaron diferencias significativas para el factor épocas de aplicación; por tanto, la frecuencia de aplicación dependerá de la presencia de condiciones para el desarrollo del patógeno. De las variables evaluadas, % de severidad, rendimiento y % de pérdida de rendimiento obtuvieron diferencias significativas. Los resultados expuestos en la Tabla 2 determinaron que ambos fungicidas presentaron el mismo nivel de control de la enfermedad siendo la diferencia de rendimiento de 718.6 g/parcela y 355.02 g/parcela entre el testigo y los fungicidas B+P y A+D, respectivamente. Se observó diferencias significativas en la pérdida de rendimiento

entre el testigo y los dos fungicidas. El menor % de pérdida se registró utilizando el fungicida B+P. Según Ayala et al. (2014), la Pyraclostrobina además de efecto fungicida, ha promovido interacciones fisiológicas en varios cultivos, lo cual influencia de forma positiva al rendimiento.

Tabla 2. Rangos (DMS 5%) de variables evaluadas en el ensayo de cuantificación de daño de *C. acutatum* empleando dos fungicidas, durante el ciclo de cultivo 2017. Puichig, Mejía, Quito, Pichincha, Ecuador. 2018.

Tratamiento	% Severidad		Rendimiento (gp ^{-1*})		% Pérdida de Rendimiento	
Boscalid + Pyraclostrobin	32.50	a	1737.78	a	3.83	a
Azoxystrobina + Difeconazol	32.50	a	1374.20	ab	6.60	ab
Testigo	62.50	b	1019.18	b	25.99	b
Promedios	42.5%		1377.05 g		12.14%	

*p: parcela de 8 m².

CONCLUSIONES

Si el cultivo de chocho es implementado en zonas o en ciclos de alta humedad, la antracnosis puede ocasionar pérdidas superiores al 60%, por lo cual se justifica implementar planes de manejo integrado del patógeno y del cultivo. Un plan de manejo integrado del cultivo del chocho, debe incluir estrategias como la rotación de cultivos, realizar la siembra en épocas y zonas adecuadas para el chocho, uso de semilla certificada y control químico utilizando los productos Boscalid + Pyraclostrobin y Azoxystrobina + Difeconazol, los cuales han demostrado ser efectivos para el control de la antracnosis.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, M.A., Almanza, P.J., Serrano, P.A. (2014). Effect of applying Pyraclostrobin + Epoxiconazole in the strawberry production (*Fragaria sp.*) *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 35-45.
- Falconí, C. (2012). *Lupinusmutabilisin Ecuador with special emphasison anthracnose resistance*. Wageningen, Holanda. 150 p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (2018). *Informe Anual 2017*. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA). Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 64 p.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rodríguez, D. (2014). *Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción (4 ed)*. Publicación Miscelánea No. 69. INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA). Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 72 p.

Recomendaciones para el Manejo de la Marchitez Vascular del Babaco en Ecuador

José Ochoa¹, Camilo Gallardo², Mike Ellis³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Santa Catalina, Departamento de Protección Vegetal.

²Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

³Department of Plant Pathology, Ohio State University.

E-mail: jose.ochoa@iniap.gob.ec

Palabras clave: Población, patógeno, resistencia genética.

Área temática: Manejo integrado de cultivos y Producción de semillas

INTRODUCCIÓN

El babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) es un cultivo importante de los valles interandinos de Ecuador, con una demanda interna importante y con potencial para la exportación (NRC, 1989). La planta se originó de la hibridación natural e introgresión hipotética entre *Vasconcellea stipulata*, *Vasconcellea cundinamarcensis* y *Vasconcellea weberbaueri*, o entre *V. weberbaueri* y *V. stipulata*, en el sur de Ecuador (Loja-Azuay), donde estas especies son nativas (Van Droogenbroeck et al., 2006).

El cultivo intensivo del babaco en invernadero es al momento común a lo largo de los valles de la Sierra de Ecuador, lo que ha incrementado los problemas fitosanitarios, especialmente de la marchitez vascular del babaco (MVB), limitando la expansión y productividad del cultivo. La MVB es causada por *Fusarium oxysporum* (Ochoa, et al., 2000), y la población que infecta babaco fue clasificada como *F. oxysporum* f. sp. *vasconcellea* (*Fov*) (Ochoa et al., 2004), que es específica en babaco y sus hipotéticos padres (Ochoa et al., 2004; 2003).

La primera estrategia a considerar para el manejo de la MVB es el uso de material de siembra sano, y esta estrategia es eficiente para invernaderos (fincas) donde no se ha cultivado babaco o sus hipotéticos padres (*V. cundinamarcensis*, *V. stipulata* y *V. weberbaueri*) (Ochoa et al., 2004; 2003). Aunque *Fov* tiene movimiento limitado por ser un patógeno de suelo, se podrían presentar contaminaciones eventuales principalmente a través del agua de riego, herramientas y calzado. Cuando se usa material de siembra sano, el manejo de la contaminación eventual de *Fov* en el cultivo es relativamente fácil en los cultivos intensivos en invernadero. En estas condiciones se puede planificar el uso de agua libre del patógeno, al igual que el uso de herramientas que no estén contaminadas o desinfectadas, y la desinfección del calzado es una práctica común en cultivos en invernadero en el Ecuador.

El uso de material de siembra sano aunque válido y recomendable es difícil de implementar al momento en el Ecuador, debido a que el patógeno está distribuido en todo el país, y por las condiciones artesanales de la producción del material de siembra, por lo que es necesario establecer estrategias complementarias de manejo de la enfermedad. La primera recomendación luego del establecimiento de la plantación es el monitoreo de la sanidad del cultivo para identificar oportunamente la presencia de la enfermedad. Para este proceso se puede utilizar la escala 0-9 del progreso de los síntomas de la enfermedad (Cuadro 1). La clorosis de la primera hoja (Nivel 1) es el síntoma más temprano, y es el momento de iniciar el manejo de la enfermedad.

Luego de la detección, el manejo eficiente de la enfermedad consiste en el uso de fungicidas complementado con estrategias de sanidad. Cuando la planta presente los niveles N1 en la escala del Cuadro 1, la planta puede recuperarse con aplicaciones de carbendazim o propiconazol en dosis de 1 ml de ingrediente activo por litro de agua. Para una recuperación más eficiente se recomienda la rotación de estos fungicidas cada mes por tres o cuatro ocasiones. Adicionalmente se recomienda la misma aplicación a las plantas vecinas que podrían estar infectadas y ser asintomáticas. Estos tratamientos son eficientes para las primeras infecciones del patógeno, pero no se espera un nivel similar de eficiencia para reinfecciones, por lo que la detección temprana de la enfermedad es muy importante para tener eficiencia en el control químico. Cuando el nivel de enfermedad supera el nivel N2 de la escala (Cuadro 1), es necesario la erradicación de la planta.

Para tener un control más sostenible de la MVB, complementariamente al control químico de las plantas infectadas es necesario tomar medidas de prevención para evitar la infección de las plantas sanas por conidios transmitidos a través del agua. Para esto es necesario aislar las plantas enfermas y sitios donde se erradicaron las plantas que presentaron niveles superiores al nivel N2. El aislamiento se logra evitando que el riego se mueva de las plantas enfermas a las plantas sanas, por lo que el riego por goteo es muy útil para evitar el contagio de plantas sanas y en general para el manejo eficiente de la enfermedad. En cultivos donde se aplica el riego por inundación, esta medida es eficiente solo cuando la incidencia de la enfermedad es baja. Para cultivos a campo abierto, expuestos a la lluvia, esta medida regularmente es menos aplicable, y en general el manejo de la enfermedad es difícil.

Una estrategia más eficaz para el control de la MVB y que es aplicable en cualquier condición epidemiológica es el uso de la resistencia genética. Se ha detectado resistencia genética a *Fov* en *Vasconcellea monoica*, *V. weberbaueri* y *Carica papaya* (papaya) (Scheldeman et al., 2003). La resistencia genética identificada en papaya puede explotarse utilizando a esta como patrón del babaco. Aunque los costos de producción son más altos, esta estrategia de control es importante para el cultivo en suelos donde el patógeno es endémico, y la incidencia de la MVB llega al 80% en babaco sin enjertación.

Cuadro 1. Escala del progreso de los síntomas de la Marchitez Vascular del Babaco (Tomado de Ochoa et al., 2003).

Nivel	Síntomas
0	Plant asana o asintomática
1	Clorosis de la primera hoja de la planta
2	Clorosis del 25% de las hojas
3	Clorosis del 50% de las hojas
4	Clorosis of 75% de las hojas
5	Clorosis de toda la planta e inicios de defoliación
6	Defoliación avanzada de la planta
7	Defoliación de toda la planta e inicios de necrosis apical
8	Necrosis de hasta el 50% de la planta
9	Necrosis de más del 50% de la planta (planta muerta)

BIBLIOGRAFÍA

- National Research Council (NRC). 1989. *Lost Crops of the Incas: Little known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Ochoa, J.B., Yangari, B.F., Ellis, M.A., and Williams. R.N. 2004. Two new *formae specialis* of *Fusarium oxysporum*, causing vascular wilt on babaco (*Carica heilbornii* var. *pentagona*) and vascular wilt on naranjilla (*Solanum quitoense*) in Ecuador. FITOPATOLOGIA 39 (1):10-17.
- Ochoa, J.B., Fonseca, G.G., Williams. R.N., and Ellis, M.A. 2003. Interactions between *Fusarium oxysporum* and *Meloidogyne incognita* causing vascular wilt on highland papayas in Ecuador. FITOPATOLOGIA 38 (4):170-175.
- Ochoa, J., Fonseca G and Ellis M. 2000. First Report of Fusarium Wilt of Babaco (*Carica heilbornii* var. *pentagona*) in Ecuador. Plant Dis. 84:199.
- Scheldeman, X., J.P. Romero Motoche, V. Van Damme, V. Heyens. 2003. Potential of highland papayas (*Vasconcella* spp.) in southern Ecuador Lyonia 5(1) (73-80)
- Van Droogenbroeck, B., Kyndt, T., Romeijn-Peeters, E., Van Thuyne, W., Goetghebeur, P., Romero-Motochi, J.P., Gheysen, G., 2006. Evidence of natural hybridization and introgression between *Vasconcella* species (Caricaceae) from Southern Ecuador revealed by chloroplast, mitochondrial and nuclear DNA markers. Ann. Bot. 97, 793–805. doi:10.1093/aob/mcl038

Efectos de Fertilizantes de Lenta Liberación en la Producción de Maíz, en Babahoyo

Christian V Limones¹, Eduardo N Colina², Carlos A Castro⁴, Oscar W Mora³, Guillermo E García⁴

¹ Agrícola La Merced.

² Departamento de Suelos y Aguas, Universidad Técnica de Babahoyo.

³ Departamento de Biología, Universidad Técnica de Babahoyo.

⁴ Departamento de Sanidad Vegetal, Universidad Técnica de Babahoyo.

E-mail: ncolina@utb.edu.ec

Palabras clave: Nutrición, suelos, rendimiento

Área temática: Manejo integrado de cultivos

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zeamays L.*), es uno de los principales cultivos del país y su importancia radica en su utilización no solo como fuente de alimento para seres humanos, sino también por el uso en la elaboración de subproductos. La producción maicera está distribuida en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí; que concentran el 75% del total del área sembrada. Aunque en los últimos años la superficie cultivada con maíz duro se ha incrementado, el promedio de producción es de 3,5 toneladas por hectárea, esto por un escaso grado de tecnología al cultivo (Magap, 2014).

Los problemas de nutrición de los cultivos a través del tiempo, se han incrementado debido a la degradación física, biológica y química del suelo. Esto se debe a la calidad de nutrientes utilizados en la fertilización de cultivos, ya que las fuentes modernas de nutrientes en su mayoría son sales acidificantes, que desmejoran la calidad del recurso edáfico, esto se debe a la poca diversidad de fuentes usadas, por este motivo el costo ambiental también ha sido alto, dañando los suelos y provocando variaciones en la capacidad microbiológica del mismo. La nutrición apropiada del cultivo permite la obtención de mejor producción, debido a que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, siendo la aplicación fundamental en el desarrollo de los cultivos.

Los fertilizantes de liberación controlada juegan un papel importante en la mejora del rendimiento del cultivo, reduciendo las pérdidas de nutrientes y facilitando la aplicación de fertilizantes (Projar, 2013). Basado en estas acciones, se planteó la investigación con los siguientes objetivos: Evaluar el comportamiento agronómico del maíz con el uso de fertilizantes de liberación controlada en tres densidades de siembra, Determinar la dosis, producto y densidad poblacional más efectiva sobre el incremento de producción; y realizar un análisis económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en los predios de en la granja experimental “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 7,5 de la Vía Babahoyo-Montalvo. La zona presenta un clima tropical con suelos Inseptisoles de topografía plana, textura franco arcillosa y

drenaje regular (FACIAG, 2016). Se utilizó como material de siembra el híbrido de maíz DK-1565 (Ecuaquímica, 2016).

Como tratamiento en el ensayo se planteó dos fuentes de liberación controlada, dos niveles de nutrición edáfica y dos densidades poblacionales, con tres repeticiones. Los productos utilizados fueron Basacote (BASF, 2017) y Osmocote (Vikingo, 2017). Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y la prueba de Tukey $\leq 5\%$.

Tabla 1. Tratamientos. Babahoyo, 2017.

Densidades Poblacionales (Plantas/ha)	Fertilizantes	Dosis kg ha ⁻¹
62 500 (0,8 cm x 0,2 cm)	Osmocote	669
	Osmocote	444
	Basacote	713
	Basacote	473
	TA	
71 428 (0,7 cm x 0,15 cm)	Osmocote	669
	Osmocote	444
	Basacote	713
	Basacote	473
	TA	

(**) TA: 115 kg/ha N, 23 kg/ha P, 60 kg/ha K.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se detectó efectos significativos en varias de las características agronómicas evaluadas. En lo que respecta a la floración, con la aplicación de Osmocote, el híbrido floreció más tardío; mientras que cuando se aplicó fertilización convencional, fue más precoz, demostrándose que dicho fertilizante alarga el inicio del periodo de floración, lo que concuerda con Infoagro (2012) al considerar el efecto positivo de los fertilizantes de liberación controlada en el suministro de nutrientes a la planta de forma eficaz, controlada y prolongada.

La altura de planta evaluada, mostró mayor incremento con la presencia de Osmocote, con disminución en el Testigo reflejándose el efecto del fertilizante Osmocote que contiene un balance adecuados de nutrientes, dichos elementos influyen positivamente en el crecimiento vegetativo, obteniéndose plantas de mayor tamaño; cabe indicar, que el mismo comportamiento se detectó para la altura de inserción de mazorca; lo cual era de esperarse, pues dichos caracteres están asociados positivamente, lo cual según Castro *et al.* (2016) es notorio por cuanto estos productos contiene los elementos minerales – N, P, K, Mg, B, Cu, Zn, Mn, Mo – en la proporción necesaria para las plantas.

El diámetro de mazorcas, longitud de las mazorcas, número de granos y peso de 100 granos, fueron influenciados, por los tratamientos; a excepción, del testigo que presentó los menores promedios en dichos caracteres; lo que demostró que la aplicación de

Osmocote aplicado solo, produce efectos significativos. Esto con base en que Steward (2001) sostiene que es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permitan un manejo seguro.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Osmocote 713 kg/ha sembrado a 71428 plantas/ha con 11103,23 kg/ha; mientras que la menor producción se encontró en el testigo convencional sembrado a 62500 plantas/ha con 6656,25 kg/ha, que representa un incremento del 80.86 %. Así mismo (Villegas, 2014), al comparar las densidades poblacionales existe un incremento del 18,63%, que se debe al incremento de plantas, demostrándose la importancia manejo de poblaciones en los cultivos para incrementar la producción de grano. Esto debido a que el fertilizante de liberación controlada contiene N, P, K, Mg, S, Ca y micronutrientes, formulaciones específicas para inicio y desarrollo de las plantas, dando como resultado más grano. Las plantas tratadas con Osmocote obtuvieron utilidades positivas, siendo \$1742,60 correspondiente al tratamiento Densidad 71428 plantas/ha fertilizadas con Osmocote 713 kg/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- BASF Compo-Expert. (2012). Fertilizantes de liberación controlada. En línea. Consultado 12 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.compo-expert.com/es/home/productos/fertilizantes-de-liberacion-controlada-car/basacoter.html>.
- Castro, L., Gavi, R., Peña-Cabriales, J., Núñez, E., Etchevers, B. (2016). Eficiencia de recuperación de N y K de tres fertilizantes de lenta liberación. *Terra Latinoamericana* 24, 277–282.
- Ecuaquímica. (2016). Híbridos de maíz para la cuenca baja del Guayas. In EDIFARM. *Vademécum Agrícola 2016*, 18ta edición. Editorial Poligráfica, Guayaquil-Ecuador. pp 132-133.
- FACIAG. (2016). Evaluación de la fertilidad de suelos y calidad de aguas, en el agroecosistema de la granja san pablo, provincia de los ríos. Informe Técnico anual, Departamento de Suelos y Aguas. 30p.
- Infoagro. (2012). Abonos de liberación lenta. En línea. Consulta el 18 de Marzo del 2012. Disponible en http://www.infoagro.com/abonos/ab_liber_len-ta.asp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica de cultivos de importancia en el Ecuador. Informe Técnico*. Quito, Ecuador. 74 p.
- Projar. (2013). Fertilizantes de liberación controlada, Nutricote. Catálogo de productos. Disponible en: www.projar.com
- Steward, W.M. (2001). Fertilizantes y el Ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. *Informaciones Agronómicas*. No 44. pp. 6-7.
- Vikingo. (2016). “Fertilizantes”. EDIFARM. *Vademécum Agrícola 2014*, 1ra edición. Editorial Poligráfica, Guayaquil-Ecuador. pp 167-168.
- Villegas, A. (2014). Efectos de la aplicación fertilizantes edáficos, complementados con fertilizantes de liberación controlada sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz duro en la zona de Catarama; provincia de los Ríos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Productividad y Características Físicas y Químicas de un Suelo de la Sierra Ecuatoriana en una Etapa de Transición Desde Labranza Convencional Hacia Siembra Directa

Montesdeoca, F^{1,2}, Ávila, M¹, Borie, F¹, Cornejo, P¹, Aguilera, P¹.

¹ Universidad Central del Ecuador.

² Universidad de la Frontera de Chile.

E-mail: shalitomontesdeoca@gmail.com

Palabras clave: Productividad, labranza convencional, siembra directa.

Área temática: Manejo integrado de cultivos

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 70 años, la agricultura se desarrolló en torno al concepto de la “revolución verde”, que promovió el cultivo de variedades mejoradas de maíz, trigo, arroz y otros cereales en monocultivo. La revolución verde aumentó los rendimientos significativamente, pero también promovió la utilización de combustibles fósiles, el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes, el uso intensivo de la tierra, la eliminación de especies de plantas consideradas de bajo interés y en muchos casos, el uso ineficiente del agua. Como consecuencia, este enfoque estimuló la degradación de recursos renovables. El suelo ha sido quizás el recurso natural más degradado por la producción intensiva de cultivos (Espinosa and Moreno, 2018; Glaeser, 2010; Horlings y Marsden, 2011). El movimiento constante del suelo con la labranza convencional (LC) ha promovido cambios radicales en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que a su vez ha tenido efectos negativos sobre los rendimientos de los cultivos y la calidad ambiental (Martínez, et al., 2008).

En las últimas décadas se ha desarrollado una alternativa a la LC, como la práctica de labranza conocida como Siembra Directa (SD), mediante la cual se coloca las semillas de los cultivos en el suelo sin movimiento, dejando generalmente en la superficie los residuos del cultivo anterior (Bronick y Lal, 2005; Lal, et al., 2007; Rivera, 2003). Han habido pocos intentos de implementar SD en los campos de pequeños agricultores en el altiplano ecuatoriano, debido, aparentemente, a la dificultad de implementar este sistema (Boada y Espinosa, 2017). La presente investigación tiene como objetivo comparar los efectos del manejo de LC y SD en los rendimientos de los cultivos en rotación (que incluye *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays* y *Amaranthus caudatus*), sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, en la retención de carbono y en la calidad materia orgánica del suelo (MOS) que es un objetivo importante en el marco actual del cambio climático global.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Campo Académico Docente Experimental “La Tola” de la Universidad Central del Ecuador. Se utilizó un diseño de bloques con parcela dividida. Los factores en estudio son sistemas de labranza, rotación de cultivos y niveles de fertilización, en un sistema de rotación de cultivos: fréjol, maíz y amaranto.

RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en el primer ciclo para los cultivos de fréjol y maíz muestran rendimientos estadísticamente mejores en el sistema de labranza SD, mientras que no hay diferencias significativas para amaranto aunque los mejores promedios son favorables hacia la LC. Estos resultados podrían explicarse por el hecho de que la tecnología de los dos primeros cultivos está bastante mejor desarrolladas, lo que no ocurre con el amaranto que en su fase de campo presentó problemas, sobre todo de manejo de malezas y de hongos presentes en el suelo. Por otro lado los resultados encontrados en fréjol y maíz contradicen afirmaciones de algunos autores que aseguran que en la transición desde LC hacia SD disminuyen los rendimientos debido a que las plantas tienen que adaptarse al nuevo sistema de labranza (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento de *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays* y *Amaranthus caudatus* a dos sistemas de labranza

Sistemas de Labranza	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Zea mays</i>	A. <i>Caudatus</i>
SD	2606 a	38414 a	1866 a
LC	1773 b	23468 b	2253 a

Diferentes letras en una columna presenta diferencias estadísticas

Con respecto a la humedad del suelo en el primer ciclo de rotación de *P. vulgaris*, se encontraron diferencias significativas para los sistemas de cultivo que pueden explicar el efecto beneficioso de SD para este cultivo. En el primer rango se registraron los tratamientos bajo SD con una media de 20% de humedad, diferente LC que registró una humedad media del 15.6% (Tabla 2) (Crovetto, 2006). Este cambio representa un 22% más de retención absoluta de humedad en el suelo cultivado bajo SD, lo que puede explicarse por el efecto protector del material residual de la planta sobre el suelo.

Tabla 2. Respuesta de tres variables físico-químicas para dos sistemas de labranza

Sistemas de labranza	Humedad del suelo (%)	Ph	% bases
SD	20,01 a	6,99 a	25,96 a
LC	15,57 b	7,21 b	22,87 b

Diferentes letras en una columna presenta diferencias estadísticas

En cuanto a los niveles de fertilización, si se encontró respuesta en el cultivo de amaranto donde el mejor rendimiento se encuentra en nivel más alto de fertilización, se podría inferir que estos niveles son los adecuados en este tipo de suelos.

Para los cultivos de fréjol y maíz no se presentaron diferencias estadísticas lo que denota que estos niveles de fertilización recomendados por el INIAP no son lo suficientemente contrastantes como para repercutir en los rendimientos en forma significativa; por tanto en los siguientes ciclos, se debería aumentar las diferencias entre niveles de fertilización de manera que se encuentre los mejores niveles de acuerdo al potencial genético de estas variedades, y las condiciones del sitio experimental lo que permitiría aceptar el criterio de

Alvarado et al. (2011), quienes afirman que para llegar a un nivel óptimo de fertilización, de manera que repercuta efektivamente en los rendimientos, las investigaciones deben llevarse a cabo en los sitios específicos (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento *P. vulgaris*, *Z. mays* y *A. caudatus*

Nivel de Fertilización	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		
	<i>P. vulgaris</i>	<i>Zea mays</i>	<i>A. caudatus</i>
150	2167 a	39205 a	2267 a
100	2242 a	30437 a	2158 ab
50	2077 a	29121 a	1832 c
0	2274 a	25000 a	1980 bc

Diferentes letras en una columna presenta diferencias estadísticas

CONCLUSIONES

Para el primer ciclo se concluye que las variables: rendimiento, Da, pH respondieron a SD; para las otras variables el tiempo transcurrido de transición es muy corto y se espera, que en las próximas campañas agrícolas, el mejoramiento del resto de características físico-químicas demuestren este cambio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, S., R. Jaramillo, F. Valverde and R. Parra. (2011). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar. INIAP-IPNI, Quito, Ecuador.
- Boada, R. and J. Espinosa. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la sierra del Ecuador. *Revista Siembra* 3: 67-82.
- Bronick, C.J. and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma* 124(1): 3-22.
- Crovetto, C. (2006). No Tillage, The relationship between no tillage, crop residues, plats and soil nutrition. Trama Impresoras, S.A. Concepción, Chile. 216 p.
- Espinosa, J. and J. Moreno. (2018). Land management. In: J. Espinosa, J. Moreno and G. Bernal, (Eds.). *Soils of Ecuador*. Springer, Switzerland. p. 151-163.
- Glaeser, B. (2010). *The Green Revolution revisited: critique and alternatives*. Taylor & Francis.
- Horlings, L.G. and T.K. Marsden. (2011). Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernisation of agriculture that could 'feed the world'. *Global Environmental Change* 21(2): 441-452.
- Lal, R., D. Reicosky and J. Hanson. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and Tillage Research* 93(1): 1-12.
- Martínez, E., J.P. Fuentes and E. Acevedo. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 8(1): 68-96.
- Rivera, J. (2003). *La labranza de los suelos en el tropico: ¿necesidad o costumbre*. Curso nacional: Hacia un nuevo enfoque de producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales en la empresa ganadera. CORPOICA, Manizales, Colombia.

Determinación de los Nutrientes Limitantes en el Rendimiento del Cultivo de Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en la Amazonía Ecuatoriana

Alejandra E Díaz¹, Yadira B Vargas¹, William Viera², Gabriela S Pitizaca¹, Wilson G Alcívar¹, Enrique M °Alcívar¹, Eduardo J Sánchez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, -Experimental Central de la Amazonía, La Joya de los Sachas, Ecuador.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Granja Experimental Tumbaco, Tumbaco, Ecuador. E-mail: alejandra.diaz@iniap.gob.ec

Palabras clave: Nutrientes, parcelas de omisión, producción.

Área temática: Manejo integrado de cultivos y Producción de semillas.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la naranjilla se cultiva en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), principalmente en las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago, en menor escala se cultiva en Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Orellana (Revelo *et al.*, 2010). En el año 2010 la superficie cultivada de naranjilla alcanzó 3 643 ha con rendimientos de 5.49 t/ha, el 79 % de la producción nacional se encuentra ubicada principalmente en las provincias de la Amazonía Ecuatoriana, la naranjilla posee un gran potencial económico por su alta rentabilidad y aceptación, Fiallos (2000) indica que se puede alcanzar una rentabilidad del 164% con un manejo adecuado y tecnificado. Una gran limitante para el cultivo de naranjilla es el inadecuado manejo de la nutrición de este frutal en la Amazonía Ecuatoriana (Revelo *et al.*, 2010).

Al respecto, Espinosa (2002) indica que para alcanzar rendimientos altos sostenibles en agricultura empresarial y aun en agricultura de menor intensidad es necesario iniciar con el manejo de nutrientes por sitio específico, ya que el manejo de la nutrición basado en la media de la fertilidad no es suficiente, solamente incrementa la variabilidad y reduce la productividad de la finca. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue determinar los nutrientes que limitan el rendimiento del cultivo de naranjilla en tres localidades de la Amazonía ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se implementó en tres localidades: las parroquias 16 de Agosto (L2) (longitud 09806781 y latitud 10175267) y Palora (L1) (longitud 09815162 y latitud 0170283) en la provincia de Morona Santiago, ubicadas a 873 y 883 m.s.n.m. respectivamente, con una temperatura promedio de 22°C y precipitación promedio de 3500 mm. y en la parroquia Fátima, sector Murialdo (L3) (longitud 9842124 y latitud 0170217) en la provincia de Pastaza, ubicada a 983 m.s.n.m., temperatura promedio de 21°C y precipitación promedio de 3000 mm.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental de los tratamientos estuvo conformada por veinte plantas y se evaluaron las seis plantas centrales. Se utilizaron plantas de naranjilla de la variedad

INIAP Quitoense 2009 (*Solanum quitoense* Lam.) injertas sobre *Solanum arboreum*. El trasplante al sitio definitivo se realizó considerando la distancia de siembra 2.5 m entre planta x 2.5 m entre hilera.

En cada localidad se establecieron parcelas donde se omitió cada uno de los elementos en estudio (N, P, K, Ca, S y Mg) con adición de Cal, una parcela con fertilización completa u óptima (+N, +P, +K, +Ca, +S, +Mg) más Cal, una parcela sin fertilización más cal y una parcela sin fertilización ni encalado. La aplicación del fertilizante se realizó de la siguiente manera: el N se aplicó en 5 fracciones de 20% trasplante, a los tres, seis, siete meses y medio y diez meses de edad; el K, se fraccionó en tres el 50% al trasplante, el 25% a los cuatro y el otro 25% a los ocho meses, y, finalmente el P, Ca, S, Mg, se fraccionaron en dos el 50% se aplicó al trasplante y la otra mitad a los seis meses (Revelo *et al.* 2010).

La respuesta de las parcelas de omisión se evaluó mediante: días a la cosecha y número de frutos por categoría y producción utilizando metodologías descritas por Muñoz (2010); Arizala, Monsalvo y Betancourth (2011) y Silva, Gómez, Viera, Sotomayor, Viteri y Ron (2016).

Los resultados se analizaron mediante estadísticas descriptivas mostrando medias, y error estándar tratamiento y localidad. Los análisis de varianza fueron realizados usando modelos lineales generales y mixtos. La diferencia entre medias de los tratamientos fueron estimadas usando Fisher Protected Least Significance Differences (LSD) con nivel de significancia al 5%, estos análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat versión 2015 (Di Renzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a la cosecha, se encontró diferencias ($p < 0.0001$) entre localidades para la variable días a la cosecha. La interacción localidad por tratamientos no fue significativa. La cosecha de los primeros frutos en la GEP y 16 de Agosto se realizó a partir de los 7.4 y 7.7 meses, respectivamente y en Murialdo a los 8.7 meses.

Producción y tamaño del fruto, se encontró diferencias entre localidades ($p < 0.0001$) para la variable producción. No se encontró interacción entre localidad por tratamientos. En promedio se registró una mayor producción en los tratamientos de la GEP y la 16 de Agosto.

La menor producción se obtuvo en las parcelas de omisión de N (T2) en la GEP y Murialdo y en las parcelas de P (T3) y K (T4) en Murialdo y 16 de Agosto. Los elementos que no limitaron la producción en la GEP y Murialdo fueron el azufre y magnesio y en la 16 de Agosto el calcio. Por otro parte, en las tres localidades los tratamientos testigos sin cal y más cal también presentaron la más baja producción (Figura 1).

Por otro lado, los rendimientos obtenidos en los ensayos ubicados en el cantón Palora y Pastaza para el tratamiento con fertilización completa cuatuplicaron y quintuplicaron con respecto al promedio nacional (5.49 tha^{-1}).

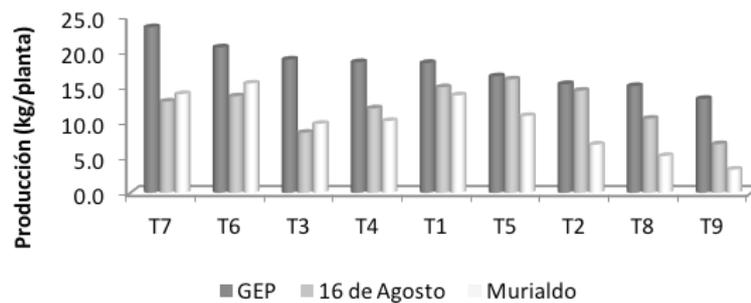


Fig. 1. Influencia de la fertilización sobre la producción (kg planta⁻¹).

En cuanto al tamaño del fruto, se encontró diferencias por localidad, la mayor producción de frutos de primera categoría se obtuvo en la GEP y 16 de Agosto (81 %), y la menor producción en Murialdo (76%).

Por otra parte, las parcelas de omisión que presentaron más del 80% de frutos de primera categoría (56mm) en la GEP son las magnesio y azufre; en la 16 de Agosto las de calcio y nitrógeno, y en Murialdo las parcelas de omisión de nitrógeno y potasio.

CONCLUSIONES

Los nutrientes fósforo (P), potasio (K) y nitrógeno (N) son limitantes en el rendimiento del cultivo de naranjilla, además, se determinó que la restricción en la aplicación de magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S) no limitan los rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arizala, M., Monsalvo, A., Betancourth, C. (2011). Evaluación de solanáceas silvestres como patrones de lulo (*Solanum quitoense* Lam) y su reacción a *Fusarium* sp. *Revista de ciencias agrícolas*, 28 (1), 147 – 160
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, MG., González, L., Tablada, M. y Robledo, CW. (2015). Infostat software estadístico: manual del usuario. Versión 2015. Grupo Infostat. Córdoba.
- Espinosa, J. (2002). Manejo de nutrientes en agricultura por sitio específico en cultivos tropicales. En: *Memorias del VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Manabí-Ecuador.
- Fiallos, J. (2000). *Naranjilla “INIAP–Palora” Híbrido interespecífico de alto rendimiento*. Recuperado de www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_sobipro&pid=57&sid=631:naranjilla-PALORA-Hidrida-INIAP
- Muñoz, A. (2010). *Evaluación agronómica de materiales de lulo Solanum sp., frutal de alto potencial para zonas tropicales*. (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León, J. y Gallegos, P. (2010). *Manual del Cultivo Ecológico de la Naranjilla*. Quito, Ecuador: Tecnigrava.
- Silva, M., Gómez, P., Viera, W., Sotomayor, A., Viteri, P. y Ron, Lenín (2016). Selección de líneas promisorias de naranjilla para mejorar la calidad de la fruta. *Revista Científica Ecuatoriana*, (3), 23-30.

Fertilización Foliar con Boro en la Producción de Arroz Bajo Riego, en Babahoyo.

Joan M Parreño¹, Guillermo E García², Laura M Tapia³,
Oscar W Mora⁴, Eduardo N Colina⁴

¹Agrícola La Merced.

²Departamento de Sanidad Vegetal, Universidad Técnica de Babahoyo.

³Ministerio de Agricultura, Acuacultura, Ganadería y Pesca-MAGAP.

⁴Departamento de Suelos y Aguas, Universidad Técnica de Babahoyo.

E-mail: ncolina@utb.edu.ec

Palabras claves: Nutrición, microelementos, rendimiento.

Área temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz es el alimento principal en la dieta de la población mundial, la producción de arroz supera los 500 millones de toneladas, teniendo en cuenta que sólo los países asiáticos obtienen el 90% de la producción a nivel mundial, siendo este el segundo cereal más consumido después del trigo (El Agro, 2014). En el Ecuador se siembran alrededor de 412 496 hectáreas, el 95% se cultiva en las provincias de Guayas y Los Ríos, las mayores zonas arroceras del país. En general la producción anual se cosecha entre los meses de abril y junio, correspondiente a la siembra de invierno. Mientras que la producción restante sale a partir de Septiembre hasta fines de año, siembra de verano (SINAGAP, 2016).

Con el paso de los años se han ido mejorando las variedades de arroz, en función de potenciar las características carteristas genéticas de las mismas. Esto ha provocado la desaparición de determinadas variedades, pues las nuevas ofrecen mejores rendimientos, mayor resistencia a enfermedades, alturas más baja, mejor calidad de grano y una mayor producción. Las necesidades nutricionales de este cultivo generalmente vienen dadas por experiencia y pruebas no tan fiables siendo lo ideal los análisis realizados en el suelo.

Las principales fuentes de nutrición en el cultivo de arroz son el nitrógeno, fosforo y potasio. Estas son las más utilizadas dejando a un lado las utilización de otros minerales que mejoran las productividad de este cultivo, como es el Boro. Este es uno de los micronutrientes consumidos en mayor cantidad por la planta, utilizado antes de la floración para mejorar el desarrollo de los granos y la calidad. Es por eso que se planteó el presente trabajo investigativo con los siguientes objetivos: Determinar el comportamiento de las variedades de arroz a la aplicación de boro, Identificar la dosis optima del nutriente y Analizar económicamente los tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en los predios de en la granja experimental “Palmar” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 12,5 de la Vía Babahoyo-Montalvo. La zona presenta un clima tropical con suelos Inseptisoles de topografía plana, textura franco arcillosa y

drenaje regular (INAHMI, 2016). Se utilizó como material de siembra las variedades INIAP 14 (INIAP, 2010) y FL-12 (INDIA, 2016).

El presente trabajo experimental contará con 2 tratamientos, 7 subtratamientos, en un diseño de parcelas divididas y 3 repeticiones. Los fertilizantes utilizados fueron Metalosato Boro (AGRIPAC, 2016), Bortrac (YARA, 2017) y Biomix Boro (FERTISA, 2017). Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y la prueba de Tukey $\leq 5\%$.

Tabla 1. Tratamientos. Babahoyo, 2016.

Densidades Poblacionales (Plantas/ha)	Fertilizantes	Dosis L ha⁻¹
INIAP-14	Metalosato Boro	0,5
	Metalosato Boro	1,0
	Yara Bortrac	0,5
	Yara Bortrac	1,0
	Biomix Boro	0,5
	Biomix Boro	1,0
	Testigo	0,0
FL-12	Metalosato Boro	0,5
	Metalosato Boro	1,0
	Yara Bortrac	0,5
	Yara Bortrac	1,0
	Biomix Boro	0,5
	Biomix Boro	1,0
	Testigo	0,0

Programa de fertilización: 118 kg ha⁻¹ N, 28 kg ha⁻¹ P, 82 kg ha⁻¹ K, 23 kg ha⁻¹ S

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aplicaciones de programas de fertilización foliar con Boro como base, estimulan a la planta a generar respuestas positivas en los procesos de formación de grano y floración, lo que disminuyen la incidencia de vaneamiento y daños en los granos. Esto debido a que los micronutrientes son sustancias que las plantas necesitan en pequeñas dosis pero indispensables para los diferentes procesos metabólicos (Rodríguez, 2015).

La observación de los diferentes resultados estadísticos muestran también que el uso de programas balanceados de nutrición foliar con boro estimulan la absorción de otros elementos causantes del crecimiento vegetal, ya que los nutrientes son necesarios para la obtención de altos rendimientos y buena calidad de productos (Agritec, 2010), en especial los productores de arroz que manejan la fertilización principalmente con N, P, K, S B y Zn, en donde las fuentes y épocas dependen de los tipos de suelo así como las condiciones

del clima. Para definir el manejo nutricional de una variedad determinada se debe tener un claro entendimiento de las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo (CIA, 2010)

Las aplicaciones de fertilizantes foliares, activan también las defensas de las plantas elevando su rendimiento, mejorando la productividad del cultivo, El mayor rendimiento en peso de grano se encontró cuando se utilizó YaraVita BORTRAC 1,0 L/ha con 6381,1 kg/ha, esto por ser una fuente de Boro EDTA 15 %, cuando uando se utiliza en los periodos apropiados, mejora las características bioquímicas generales de la planta y determina un considerable incremento en la calidad y cantidad de producción (YARA, 2017).

Las características agronómicas de altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula presentaron buenos resultados aplicando los tratamientos. El cultivo de arroz FL-12, presento mejores características agronómicas con relación a la variedad INIAP-14. El Testigo sin aplicación de foliares a base de boro en ambas variedades, presentó los promedios más bajos en la variables evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIPAC SA. (2016). anjeo nutricional del arroz, nuevas soluciones para el agro. Revista Agripac Directo. Noviembre/10. Recuperado de <http://www.agripacdirecto.com.ec>
- Agritec. (2010). Importancia de la nutrición vegetal. Disponible en http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos
- CIA. (2010). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Costa Rica <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>
- FERTISA. (2017). El boro como nutriente esencial. Consultado el 18 de noviembre del 2016. Disponible en: http://www.infoagro.com/cereales/ boro_nutriente _esencial2.htm
- INDIA. (2016). Materiales para siembra de arroz. Catálogo de productos y servicios. Disponible en www.infoagro.com.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2014). Variedad de arroz INIAP-14, nueva variedad para el agro ecuatoriano. Boletín divulgativo # 79. Estación experimental Litoral Sur. Guayas. 4p.
- Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAHMI). (2016). Información climática para Ecuador: Año 2015. Informe Técnico anual. Quito, EC. Disponible en: <http://www.inahmi.gob.ec/estamet.mediaanual.pdf>
- Montoya. W. (2014). Producción, precios y exportación de arroz ecuatoriano. Revista El Agro. Edición 204. Pp.11-12.
- Rodríguez, J. (2015). Fertilización del cultivo de arroz, fertiga. Costa Rica. Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_123.pdf
- SINAGAP. (2016). Estadísticas de la producción de gramíneas. Proyecto Sistema Nacional de Estadísticas agropecuarias-MAGAP. Disponible en www.magap.gob.ec
- YARAMILA. (2015). Fertilizantes Foliares. Catálogo de productos y servicios. Disponible en www.yara.com.

Evaluación del Efecto de Promotores de Crecimiento Radicular en Plántulas de Aguacate Cultivar Criollo

Andrea Sotomayor¹, Cristhian Jaramillo², Kang Cho³, William Viera¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Granja Experimental Tumbaco, Av. Interoceánica y Eloy Alfaro, Tumbaco, Ecuador.

²Escuela de las Fuerzas Armadas (ESPE), Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Hacienda El Prado, sector Selva Alegre, Sangolquí, Ecuador.

³Programa Coreano en Agricultura Internacional (KOPIA), Panamericana Sur km 1, Cutuglahua, Ecuador.
E-mail: william.viera@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Persea americana*, enraizante.

Área temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) tiene una gran demanda en el mercado internacional y nacional (Viera et al., 2016). En el Ecuador, se lo cultiva principalmente en las zonas de la Sierra y valles interandinos (Huaraca et al., 2016), razón por la cual existe una alta demanda de plantas injertadas, pero éstas no cumplen con parámetros de calidad. Actualmente, se utiliza el cultivar Criollo para generar patrones (Viera et al., 2017) que posteriormente son injertados con las variedades Hass o Fuerte.

Es muy común que las plántulas de aguacate en vivero presenten un deficiente desarrollo del sistema radicular, por lo cual se pueden usar enraizantes que son compuestos minerales o microorganismos que promuevan el desarrollo radicular. En esta investigación se evaluó el efecto de cuatro promotores radiculares en el crecimiento de plántulas de aguacate del cultivar Criollo para mejorar el desarrollo de la plántula e incrementar la masa radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se implementó en los invernaderos de la Granja Experimental Tumbaco del INIAP (temperatura de 23°C, 41% de humedad relativa y 2348 m.s.n.m). El ensayo se implementó en Septiembre del 2017 y se evaluó hasta Marzo del 2018. Los promotores de crecimiento radicular evaluados fueron: T1) Producto compuesto de *Trichoderma* spp. *Paecilomyces lilacinus*/*Arthrobotrys* sp. (1 x10⁹ ufc por ml y 5% de ácido húmico activador), a una dosis de 2.5 cc/l; T2) Producto compuesto de nutrientes de extractos de algas marinas de *Ascophyllum nodosum* con citoquininas, auxinas, giberelinas, ácido algínico, manitol y laminaria, a una dosis de 2 g/l; T3) Producto compuesto de nitrógeno (N) 7%, fósforo (P₂O₅) 45%, potasio (K₂O) 5%, boro 0.10%, activadores metabólicos 3% y algas marinas 10%, a una dosis de 5 g/l; y T4) Producto compuesto de nitrógeno total (N) 2.00%, fósforo (P₂O₅) 4.00%, potasio (K₂O) 3%, proteína 6%, derivados de extractos de plantas marinas de *Ascophyllum nodosum*, fosfato de amonio, fosfato de potasio, urea y extractos de plantas naturales, a una dosis de 5 cc/l. Además, se utilizó un control (T5) sin la aplicación de producto enraizante. Los enraizantes fueron aplicados cada 15 días.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con siete repeticiones. Cada repetición estuvo constituida por 12 plantas. Para el análisis de datos se realizó un análisis

de varianza para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos y la Prueba de Tukey al 5% para establecer rangos de significación, mediante el paquete estadístico R versión 3.2.2. Las variables altura de planta (cm), diámetro del tallo (mm), contenido clorofílico (SPAD) y área foliar (cm²) se evaluaron a los 90 y 150 días después de la siembra; mientras que el peso fresco y seco de la parte aérea (tallos y hojas) de la planta y la raíz se evaluó a los 200 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 y 2 presentan los resultados obtenidos en las variables registradas en la investigación. Los tratamientos T3 y T4 obtuvieron los mejores resultados para la variable altura de planta, tanto a los 90 días (31.00 y 30.65 cm, respectivamente) como a los 150 días (36.59 y 35.26 cm, respectivamente). Para diámetro del tallo, el mejor grosor a los 90 días se obtuvo con el tratamiento T1 (5.15 mm); mientras que a los 150 días con el tratamiento T3 (6.18 mm). El contenido clorofílico fue mayor a los 90 y 150 días con el tratamiento T3 (42.78 y 52.32, respectivamente). Finalmente, el área foliar fue mayor a los 90 y 150 días con el tratamiento T3 (73.06 y 73.21 cm², respectivamente). A los 200 días, se registró el peso fresco y seco de la raíz, observándose que el tratamiento T3 obtuvo los mayores valores, tanto para peso fresco de la parte aérea (35.62 g) y de la raíz (35.62). En general, el tratamiento control obtuvo los menores valores en las variables evaluadas.

Tabla 1. Variables evaluadas a los 90 y 150 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)		Diámetro tallo (mm)		SPAD		Área foliar (cm ²)	
	90 días	150 días	90 días	150 días	90 días	150 días	90 días	150 días
T1	29.36b	33.75b	5.15 ^a	6.04bc	40.78bc	48.05b	67.60c	66.18d
T2	29.41b	33.28b	4.44bc	6.07b	40.00c	45.53c	68.54bc	68.77c
T3	31.00a	36.59a	4.69b	6.18a	42.78a	52.32 ^a	73.06 ^a	73.21 ^a
T4	30.65 ^a	35.26a	4.55b	6.11ab	39.97d	48.73b	69.29bc	70.60b
T5	28.56c	31.85c	4.29c	5.77c	41.33b	45.29c	71.12b	68.47c

Tabla 2. Peso fresco de la raíz evaluada a los 200 días después de la siembra.

Tratamientos	Peso fresco (g)	
	Parte aérea	Raíz
T1	36.90a	31.02b
T2	27.21b	27.99c
T3	36.66a	35.62 ^a
T4	35.16 ^a	26.70c
T5	27.77b	26.67c

El tratamiento T3 promovió el crecimiento de las plántulas de aguacate debido a que contenía el mayor porcentaje de N (7%) de los tratamientos evaluados, siendo este mineral un elemento fundamental para el crecimiento vegetal (Gardiazábal et al., 2007). Además, este producto contiene un alto porcentaje de P (46%), elemento que promueve el desarrollo vegetal y radicular de la plántula (Forde y Lorenzo, 2001). El efecto observado del tratamiento T3 sobre el crecimiento y desarrollo de la plántula de aguacate puede deberse a que está compuesto en su mayoría de elementos minerales que resultarían de fácil asimilación por la planta, en comparación con los otros productos que estaban constituidos principalmente a base microorganismos, algas u hormonas vegetales.

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento fue el T3 debido a que consiguió los mejores resultados en las dos evaluaciones (a los 90 y 150 días) en todas las variables analizadas, excepto para diámetro de tallo donde obtuvo el mejor grosor solo a los 150 días, sin embargo este resultado es adecuado debido a que corresponde a la evaluación en el mayor período de tiempo. Igualmente, fue el producto que produjo mayor desarrollo radicular. Consecuentemente, se puede recomendar el uso de este producto para la mejorar el crecimiento de las plántulas de aguacate en vivero.

BIBLIOGRAFÍA

- Forde, B., Lorenzo, H. (2001). The nutritional control of root development. *Plant Soil* 232(1-2), 51-68.
- Gardiazábal, F., Mena F., Magdahl C. (2007). Efecto de la fertilización en base a N-P-K-Ca-Mg-B-Zn en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre su desarrollo, productividad y postcosecha de la fruta. Proceedings VI World Avocado Congress. Viña del Mar, Chile. 1-12 pp.
- Huaraca, H., P. Viteri, A. Sotomayor, W. Viera, y J. Jiménez. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.). INIAP. Ecuador. 202 p.
- Viera, A., A. Sotomayor, y W. Viera. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Rev. Cient. Tecnol. UPSE*. 3(3), 1-9.
- Viera, W., A. Sotomayor, P. Viteri, R. Ushiña, y K. Cho. (2017). Germoplasma local de aguacate (*Persea americana* Mill.) tipo ‘Criollo’ para la producción de portainjertos en el Ecuador. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Aguacate. Ciudad Guzmán, México. pp. 21-27.

Comportamiento Agronómico de Tomate de Árbol (*solanum betaceum* cav.) Injerto en Solanáceas Silvestres de la Amazonía Ecuatoriana

*Yadira B Vargas*¹, *Wilson G Alcívar*¹, *Enrique M Alcívar*¹, *Leider A Tinoco*¹, *W Viera*²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental Central de la Amazonía, Joya de los Sachas, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria, Estación Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura, Av. Interoceánica km 15, Tumbaco, Ecuador.

E-mail: yadira.vargas@niap.gob.ec

Palabras clave: Factor reproducción, inoculación, solanáceas.

Área temática: Manejo integrado de cultivos y Producción de semillas

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, alrededor de 5000 hectáreas se destinan para la producción de este cultivo, por la demanda nacional y el potencial de la fruta para la exportación (Arahana, Cabrera & Torres, 2010). Los rendimientos a nivel nacional fluctúan entre 60 a 80 t/ha/año, sin embargo la producción es incipiente debido a la susceptibilidad que presenta el cultivo al ataque de plagas (Viera *et al.*, 2016).

Una de las plagas de mayor importancia son los nematodos, organismos multicelulares que cuando cobran importancia económica afectan aproximadamente el 90% de especies de interés agrícola (Orrico, Ulloa & Medina, 2013). En Ecuador, las pérdidas ocasionadas por el ataque de nematodos a *S. betaceum* son del 90%, esto provoca que se reduzca a la mitad la vida útil de este cultivo (Ramírez *et al.*, 2015).

Por lo tanto, la utilización de portainjertos, se considera como una alternativa sostenible, para no depender exclusivamente del uso de pesticidas. Se ha demostrado que Solanáceas como *Nicotiana glauca* y *S. auriculatum* pueden ser utilizados como portainjertos de tomate de árbol en la Región Andina del Ecuador por presentar resistencia/tolerancia a *M. incognita* y duplicar la producción (22 t/ha) (Viteri *et al.*, 2010). Esta investigación se evaluó el comportamiento agronómico de tomate de árbol injerto en distintas solanáceas silvestres de la Región Amazónica ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la parroquia Santa Rosa, cantón El Chaco, provincia de Napo, ubicada a 1500 m s.n.m., temperatura promedio de 25°C y precipitación promedio de 3000 mm, longitud 9966888 y latitud 0194550. El tomate de árbol injerto en las ocho solanáceas silvestres (T1-SN1, T2-SN2, T3-SM3, T4-SN5, T5-SO6, T6-SO4, T7-S07, T8- palo blanco) y el testigo (T9 - *S. betaceum*) se sembraron a 4 m entre planta x 4 m entre hilera. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por veinte plantas.

Se calculó el Factor de Reproducción de *Meloidogyne* sp., mediante la fórmula $FR = Pf / Pi$. Donde Pi es la densidad de nematodos al momento del trasplante y Pf es la densidad de nematodos al momento de la cosecha (16 y 22 meses) (Salazar & Guzmán, 2013 y

Rodríguez *et al.*, 2009). Cada 15 días se contabilizó el número de frutos y el peso total de frutos/planta.

Se realizó un análisis de regresión entre población de nematodos y la producción (variable dependiente la producción y como variable regresora población de nematodos). Los análisis de varianza fueron realizados usando modelos lineales generales y mixtos, la diferencia entre medias de los tratamientos fueron estimadas usando Fisher Protected Least Significance Differences (LSD) con nivel de significancia al 5%, estos análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat versión 2015 (Di Renzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Factor de reproducción (FR).

El factor de reproducción (FR) de nematodos nos permitió establecer la cantidad de veces que se reprodujo la población inicial del nematodo en cada hospedante, así, en este estudio se encontró que todos los genotipos de solanáceas evaluadas son buenos hospedantes de *Meloidogyne* sp, la mayor reproducción se observó en el genotipo SN2 (T2) (FR= 4,9), le siguen los genotipos palo blanco y el tomate de árbol sin injertar (FR= 4,5) y la menor reproducción se dio con el genotipo SN5 – T5 (FR= 0,93), que de acuerdo a Cook (1974) este genotipo sería Resistente – Tolerante, una planta es resistente si el FR era < 1 , si no son afectadas las variables agronómicas evaluadas se consideraron como tolerantes, caso contrario como no tolerante.

Relación entre población inicial de nematodos y su efecto sobre el rendimiento de tomate de árbol

La regresión realizada de la Pi y producción indica que estas variables no están correlacionadas, es decir que la disminución de la producción no está relacionado con el aumento de la población de nematodos. A los seis meses de evaluación, se encontró que los tratamientos 6 (28.94 kg/planta), 3 (27.70 kg/planta), 2 (26.40 kg/planta) y 5 (26.11 kg/planta) presentaron la más alta producción y los tratamientos 7 (12.90 kg/planta) y 8 (13.10 kg/planta) la más baja. Viteri *et al.*, (2010) señala, que en 6 meses de evaluación la producción de tomate con *N. glauca* (T8) fue de 9 kg/planta y la de tomate sin injertar de 4 kg/planta. Por otro lado, Salazar y Guzmán (2013) indican, que en presencia de un suelo con humedad y fertilidad adecuada para la planta afectada por *Meloidogyne* sp. se genera numerosas raíces secundarias que favorecen el crecimiento y el rendimiento de tomate.

CONCLUSIONES

En este estudio se está confirmando que la Solanácea silvestre (SN5) que presentó resistencia/tolerancia al nematodo y además buena compatibilidad con el tomate de árbol en la fase de vivero sigue presentando un buen comportamiento en la fase de campo (producción), sin embargo las solanáceas SO4, SM3 y SN2 también presentan producciones de fruta considerables debido a que el daño causado por los nematodos en el sistema radicular posiblemente provocó la formación de raíces adventicias alrededor de

las áreas agalladas, facilitando la nutrición de la planta y la capacidad de tolerar el daño ocasionado por los nematodos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arahana, V., Cabrera, A. & Torres, M. (2010). Propagación de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) vía embriogéneses somática. *Avances en Ciencias e Ingenierías* 2:16-21.
- Cook, R. 1974. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *Journal of Nematology*, 6(4), 165-174.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, MG., González, L., Tablada, M., & Robledo, CW. (2015). Infostat, versión 2015, Grupo Infostat, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Orrico, G., Ulloa, S. & Medina, M. (2013). Efecto de los hongos micorrícicos arbusculares y *Pseudomonas fluorescens* en el control de *Meloidogyne* spp. en plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). *Revista Ciencia*, (15),1-10.
- Ramírez, F., Grijalva, R., Navarrete, X. & Guerrero, R. (2015). Nematodos fitoparásitos asociados con tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en las provincias de Imbabura, Pichincha y Tungurahua, Ecuador. *Revista Científica Ecuatoriana*,(2), 48-53.
- Rodríguez, M., Gómez, L., González, F., Carrillo, Y., Piñon, M., Gómez, O., Peteira, B. (2009). Comportamiento de genotipos de la familia solanácea frente a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. *Revista de Protección Vegetal*, 24(3), 137-146.
- Salazar, W. y Guzmán, T. (2013). Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento de tomate. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 419-426.
- Viera, W., Sotomayor, A., Tamba, M., Vásquez, W., Martínez, A., Viteri, P. & Ron, L. (2016). Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en respuesta de resistencia a la Antracnosis (*Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds). *Acta Agronómica* 65:304-311. doi. 10.15446/acag.v65n3.49771.
- Viteri, P., Vásquez, W., Martínez, A. y Posso, M. (2010). *Solanáceas silvestres utilizadas como portainjertos de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.) con alto rendimiento, resistencia a enfermedades y mayor longevidad.* (Boletín divulgativo N° 371). Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2486/1/iniapscbd371.pdf>.

Eficacia de Fungicidas para el Manejo de Marchitez (*Ilyonectria torresensis*) en Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)

Cristina M. Tello¹, Cynthia I. Oña², Mónica A. Jarrín³, William F. Viera⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Santa Catalina, Departamento de Protección Vegetal.

²Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

³Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa Fruticultura.

E-mail: cristina.tello@iniap.gob.ec

Palabras clave: patógeno de suelo, frutal andino, control químico y orgánico.

Área temática: Manejo integrado de cultivos y Producción de semillas.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1990, el cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) ha adquirido importancia por la creciente demanda, los precios en los mercados, su gran aceptación en la agroindustria y el incremento de su consumo en fresco (Delgado, 2012). Entre los principales problemas fitosanitarios que le afectan se encuentra la marchitez descendente (*Ilyonectria torresensis*), enfermedad de importancia en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar, cuyas pérdidas pueden llegar al 100% (Jácome, 2010). Los productores la identifican como una limitante importante y se desconocen prácticas eficientes de manejo, las plantas afectadas inicialmente pierden turgencia desde el ápice, las hojas se amarillan, marchitan y caen dejando el tallo que finalmente se seca. Las raíces se tornan negras con poca o nula presencia de raicillas también negruzcas y en ocasiones con pudrición, afectando los vasos conductores de la planta (Cedeño et al., 2004). En este estudio se evaluó en condiciones de laboratorio e invernadero la eficacia del control mediante el uso de productos químicos y orgánicos, con el propósito de disponer de alternativas de control que se podrían incluir en un programa de manejo integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Santa Catalina (INIAP). Se inició con la evaluación *in vitro* de la eficacia de fungicidas, la unidad experimental fue una caja Petri con medio de cultivo papa dextrosa agar, añadido el fungicida a una concentración determinada y sembrado en el centro un disco de 5 mm de diámetro con el hongo crecido. Se evaluaron ocho fungicidas de síntesis química (azoxistrobina, benomil, carbendazim, difeconazol, hymexazol, propiconazol, penconazol y thiabendazol), a tres dosis (1, 10 y 100 ppm), con un diseño completamente al azar en arreglo factorial 8x3+1 con diez observaciones; además, se probaron cinco fungicidas de síntesis orgánica (aceite de neem, extracto de mirtáceas, extracto de ajo, sulfato cúprico pentahidratado y extracto de tomillo), a tres dosis (1000, 2000 y 3000 ppm), en diseño completamente al azar en arreglo factorial 5x3+1 con diez observaciones, en ambos experimentos se incluyó un testigo absoluto. Se evaluó la inhibición de crecimiento micelial (%) y la EC50 (concentración de fungicida a la que el 50% de las conidias del hongo deja de germinar). Se seleccionaron los fungicidas con mejor respuesta en condiciones *in vitro* y se instalaron dos ensayos en invernadero

con los fungicidas químicos (carbendazim, propiconazol y azoxistrobina) y orgánicos (extracto de mirtáceas, sulfato cúprico y flavonoides); la unidad experimental fue una plántula de tres meses de edad, sembrada en una funda plástica con 2 kg de sustrato esterilizado en donde se inoculó el patógeno con una suspensión de 1×10^6 conidios.mL⁻¹; se usó un diseño completamente al azar con doce observaciones; se incluyeron dos testigos, uno sin inóculo y otro con inóculo sin control. Se evaluó a los cuatro meses de la inoculación, midiendo las variables: marchitez de hojas (%), peso seco de follaje y de raíz, altura de planta, longitud de raíz, nivel de clorofila y severidad de daño de haces vasculares a nivel de raíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En condiciones *in vitro*, los fungicidas con mayor control fueron carbendazim y azoxystrobina, con una EC₅₀ <1 µg.mL⁻¹, los cuales inhibieron al 100% el crecimiento de *I. torresensis* en todas las dosis evaluadas; mientras que el fungicida orgánico extracto de mirtáceas (EC₅₀ 2550 µg.mL⁻¹) fue el que presentó mejor respuesta, con una reducción del 90% del crecimiento del micelio.

Tabla 1. Promedios de porcentaje de marchitez de hojas, peso seco de planta – parte aérea y severidad de daño de haces vasculares para fungicidas químicos en la evaluación de eficacia de control de *I. torresensis* en invernadero. Mejía, 2018.

Tratamientos	% Marchitez hojas		Peso seco follaje (g)		Severidad de daño *	
Testigo sin control	67,08	a	8,15	B	2,5	A
Azoxistrobina	58,75	a	9,82	ab	2,25	A
Propiconazol	47,5	a	12,81	ab	2	Ab
Carbendazim	23,33	B	15,37	A	1,25	B
Testigo sin inóculo	11,67	B	13,00	ab	0	C

*0= 0% daño, 1= 1-25% necrosis, 2= 26-50% necrosis, 3= mayor al 50% de necrosis en haces vasculares

Tabla 2. Promedios de porcentaje de marchitez de hojas, peso seco de planta – parte aérea y nivel de daño de haces vasculares para fungicidas orgánicos en la evaluación de eficacia de control de *I. torresensis* en invernadero. Mejía, 2018.

Tratamientos	% Marchitez hojas		Peso seco follaje (g)		Nivel de daño*	
Flavonoides	77,50	A	15,40	A	2,50	A
Sulfato cúprico	67,50	Ab	9,12	ab	2,25	Ab
Testigo sin control	56,82	Ab	8,14	b	2,64	A
Extracto_mirtáceas	44,17	B	12,80	ab	1,67	B
Testigo sin inóculo	9,27	c	12,70	ab	0	C

*0= 0% daño, 1= 1-25% necrosis, 2= 26-50% necrosis, 3= mayor al 50% de necrosis en haces vasculares

Bajo condiciones de invernadero de los fungicidas químicos evaluados, el carbendazim fue con el cual se obtuvieron los mayores valores de peso seco aéreo y altura de planta;

no se encontraron diferencias significativas para longitud de raíz y nivel de clorofila; al evaluar los síntomas a nivel del cuello de planta y raíz, se encontró menor severidad del daño de haces vasculares por el patógeno con los tratamientos carbendazim (Tabla 1) y extracto de mirtáceas (Tabla 2).

Se encontró correlación positiva entre las variables severidad de daño de haces vasculares con porcentaje de marchitez de hojas, a mayor severidad de la enfermedad, mayor porcentaje de marchitez de hojas. En estudios similares se ha determinado que tratamientos con fungicidas tienen un gran potencial para controlar de manera eficaz hongos causantes de marchitez en el cultivo de vid; se ha identificado a carbendazim como una alternativa ya que ha mostrado un buen efecto en la reducción del crecimiento micelial (Alaniz, 2008).

CONCLUSIONES

Los tratamientos Carbendazim (químico) y Extracto de Mirtáceas (orgánico), fueron los que mostraron menor porcentaje de severidad de la enfermedad a nivel de raíces y cuello de las plantas inoculadas en condiciones de invernadero, confirmando la respuesta obtenida en laboratorio, donde en los experimentos *in vitro*, fueron ambos productos seleccionados por su EC50 y su efecto en la reducción del crecimiento de micelio del patógeno.

Se realizaron re-aislamientos del patógeno a partir de síntomas de pudrición y daño de los haces vasculares en plántulas en las que se aplicaron los diferentes tratamientos, confirmando la presencia de *I. torresensis*.

Los resultados de estos estudios servirán como base en el diseño de estrategias de manejo de la marchitez en mora de Castilla, mediante la implementación de experimentos futuros en condiciones de campo en los que se evalúen componentes de manejo integrado que incluyan prácticas culturales, manejo agronómico, control biológico y uso de fungicidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alaniz, S. (2008). Caracterización y control de *Cylindrocarpon* spp. agente causal del pie negro de la vid. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Tesis Doctoral. 184 p.
- Cedeño, L.; Carrero, C.; Quintero, K.; Pino, H.; Espinoza, W. (2004). *Cylindrocarpon destructans* var. *destructans* and *Neonectria discophora* var. *rubi* associated with black foot rot on blackberry (*Rubus glaucus* Benth) in Mérida, Venezuela (en línea). *Interciencia* 29(8): 455-460.
- Delgado, F. (2012). Manejo orgánico del cultivo de mora (*Rubus* sp.). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 106 p.
- Jácome, R. (2010). Estudio de la línea base de la cadena productiva de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 148 p.
- Jarrín, M. (2016). Sensibilidad de *Ilyonectria torresensis* a fungicidas convencionales y alternativos en condiciones *in vitro*. Tesis Ing. Agroindustrias. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador 65 p.

Evaluación de Resistencia/Tolerancia de Genotipos de Papa al Parasitismo de (*Globodera pallida*), Mediante Brotes

*Pablo J. Llumiquinga*¹, *Jorge Rivadeneira*²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Protección Vegetal.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro-Papa.

E-mail: pablo.llumiquinga@iniap.gob.ec

Palabras clave: Nematodos, incremento poblacional, brotes.

Área temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

El género *Globodera* es un grupo de nematodos de los cuales dos especies parasitan al cultivo de papa, *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*. Mediante estudios morfológicos y moleculares, *G. pallida* fue identificada como la única especie en Ecuador (Gutiérrez et al., 2015). El género *Globodera* representa el segundo grupo importante que produce pérdidas con reducción de rendimiento entre 10 y 12%. Una característica de persistencia de este nematodo es que la hembra se enquista almacenando de 400 a 600 huevos, pudiendo permanecer viables por 20 años (Mimee et al., 2015). Las estrategias de control de *G. pallida* han sido poco eficientes, por eso se recurre al manejo integrado de cultivo con rotaciones, fertilización orgánica, nematicidas y variedades resistentes. En este estudio, se planteó determinar la resistencia y tolerancia de germoplasma de papa al parasitismo de *G. pallida* mediante una metodología rápida con enfoque en el ciclo de vida del nematodo (3 meses) y utilización de brotes como material vegetativo inicial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la extracción de quistes de *G. pallida* con la técnica del elutriador de Fenwick, de suelos para cultivos de papa de la Estación Santa Catalina de INIAP. Para determinar la calidad de inóculo y viabilidad de los quistes se realizaron pruebas de eclosión (European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), 2013). El germoplasma utilizado fueron las variedades: INIAP-Josefina, INIAP-Libertad, INIAP-Natividad y Leona Negra (testigo susceptible), y doce clones promisorios (08-01-6, 07-31-11, 09-01-35, 08-02-07, 09-01-32, 09-01-01, 09-01-29, 07-05-06, 07-32-15, 08-09-03, 11-9-91, 07-32-01) del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-INIAP. Se utilizaron brotes de papa, luego se transplantaron las plántulas a macetas de 1 kg que contenía sustrato estéril compuesto por tierra y arena en proporción 3:1; y el inóculo de *G. pallida* con 20 larvas y huevos/g de suelo. El experimento se instaló en invernadero, con un diseño completamente al azar con seis observaciones y se evaluó por tres meses. Las variables fueron: incremento de población, susceptibilidad relativa (SR%), largo de raíces, altura de planta y biomasa. La población final se determinó mediante la metodología del elutriador de Fenwick y la evaluación de susceptibilidad relativa se comparó la población final de cada variedad/clon con la población final del testigo susceptible. Se utilizó la prueba LSD de Fisher y se contrastaron las diferencias entre material inoculado y no inoculado mediante la prueba T de Student al 5%. Los análisis estadísticos se realizaron en el software estadístico RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La viabilidad del inóculo (pruebas de eclosión) fue del 85,03%, el coeficiente de variación de población final del testigo susceptible fue 16,22%, valores recomendados por la EPPO (2006), lo cual indica buena calidad de inóculo. Se observó incremento de la población final en todos los materiales, por tanto no existe fuente de resistencia en el germoplasma evaluado. La S.R. presentó valores elevados y un score entre 1 y 2 según la EPPO (2006), lo que determina materiales con bajos niveles de resistencia al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (NQP), Tabla 1. Estos resultados se relacionan con estudios de Castillo et al. (2017) que evaluó las variedades Leona Negra, Natividad y Libertad, mientras que Castillo et al. (2018) evaluó los clones descritos en esta investigación; en ambos estudios se determinó susceptibilidad del germoplasma. Se determinó que todos los materiales son tolerantes al parasitismo de este nematodo a excepción del clon 07-32-01; sin embargo, destaca el clon 07-32-15 el cual posee mejor respuesta. INIAP-Josefina presentó mejor tolerancia al nematodo. Uno de los principales efectos es la reducción del largo de la raíz; sin embargo, se ha determinado que aquellas variedades tolerantes poseen un mayor longitud de su sistema radicular (Trugdill & Cotes, 1983). Los resultados para tolerancia difieren para variedades y clones en relación con varios estudios realizados. En la evaluación de germoplasma se corrobora con lo obtenido por Castillo et al. (2017), donde todas las variedades evaluadas fueron tolerantes. En cambio, los resultados obtenidos para tolerancia en clones difieren de los obtenidos por Castillo et al. (2018), donde tres clones fueron no tolerantes (09-01-35, 08-09-03 y 07-05-06). La evaluación de biomasa determinó que la mayoría de materiales poseen tolerancia al NQP. Por otro lado, se obtuvo el efecto esperado en la variable altura de planta, ya que la mayoría de los materiales inoculados presentaron una reducción promedio de 24,42%, con niveles altamente significativos al 5%.

CONCLUSIONES

Esta metodología permitió evaluar rápidamente la resistencia/tolerancia de materiales de papa al parasitismo del NQP, y constituye una alternativa para futuros trabajos.

Todas las variedades/clones presentaron susceptibilidad/tolerancia al nematodo del quiste de la papa a excepción del clon 07-32-01.

La determinación de tolerancia por medio de largo de raíz de variedades de papa al parasitismo de *G. pallida* se corroboró con lo obtenido con rendimiento en invernadero. Se identificó al clon 07-32-15 como susceptible pero con las mejores características de tolerancia, constituyendo un material útil para fitomejoramiento.

Tabla 1. Determinación de incremento de población del nemátodo, susceptibilidad relativa y tolerancia de germoplasma de papa. EESC-INIAP, Ecuador. 2018

Variedades/ clones	Incremento poblacional	S.R. (%)	Esca- la EPP0	Largo de raíz		Tole- rante
				Inoculada	No Inoculada	
Leona Negra	9.00 ± 1.46 bcd	T.S.	T.S.	22.27 ± 3.75 c	25.67 ± 4.70 a	T
INIAP-Natividad	7.28 ± 3.38 d	80.84	2	26.65 ± 1.72 ab	25.43 ± 3.18 a	T
INIAP-Libertad	13.08 ± 3.63 ab	145.20	1	21.86 ± 2.43 c	24.39 ± 3.96 ab	T
INIAP-Josefina	8.57 ± 3.21 cd	95.16	2	28.70 ± 4.03 a	25.11 ± 3.78 a	T
08-01-06	7.94 ± 0.89 cd	88.21	2	24.05 ± 2.77 abc	24.70 ± 3.62 ab	T
07-31-11	7.23 ± 3.19 d	80.23	2	24.08 ± 2.62 abc	24.70 ± 3.62 ab	T
09-01-35	14.35 ± 6.82 a	159.32	1	22.17 ± 6.25 ab	27.64 ± 4.47 a	T(.)
08-02-07	9.52 ± 2.87 bcd	105.68	1	24.50 ± 3.17 abc	24.27 ± 7.98 ab	T
09-01-32	11.60 ± 6.03 abc	128.86	1	23.63 ± 3.61 abc	22.38 ± 7.31 ab	T
09-01-01	10.17 ± 2.91 abcd	112.97	1	25.87 ± 6.32 abc	23.23 ± 5.93 ab	T
09-01-29	7.53 ± 1.96 cd	83.65	2	24.00 ± 11.13 bc	29.04 ± 9.63 a	T
07-05-06	10.30 ± 3.91 abcd	114.41	1	23.48 ± 5.23 bc	23.01 ± 13.24 ab	T
07-32-15	11.14 ± 4.48 abc	123.73	1	24.89 ± 3.48 abc	19.05 ± 2.49 b	T(*)
08-09-03	13.51 ± 3.35 a	150.03	1	25.13 ± 3.87 abc	24.42 ± 8.14 ab	T
11-9-91	12.61 ± 2.25 ab	139.99	1	22.82 ± 6.22 bc	21.94 ± 5.68 ab	T
07-32-01	9.35 ± 2.17 bcd	103.87	1	20.80 ± 2.74 c	24.67 ± 3.38 ab	N(*)

S.R.: Susceptibilidad relativa, Escala: 9 indica alto nivel de resistencia, T.S.: Testigo susceptible
T: Tolerante, N: No tolerante, Grados de significancia: 0'****'0.001'***'0.01 '**'0.05 '.'0.1 ' '

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, N., Cuesta, X., & Orbe, K. (2017). Determinación de resistencia/tolerancia en germoplasma de papa a *Globodera pallida* en invernadero. En P. Kromann, X. Cuesta, B. Montero, P. Cuasapaz, A. Leon-Reyes, & A. Chulde (Eds.), *VII Congreso Ecuatoriano de la Papa* (pp. 69-70). Carchi, Ecuador.
- Castillo, N., Ron, L., & Cuesta, X. (2018). Evaluación de resistencia y tolerancia de clones promisorios al nematodo del quiste de la papa. Quito, Ecuador: INIAP.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2006). *Testing of potato varieties to assess resistance to Globodera rostochiensis and Globodera pallida*.
- Gutiérrez, C., Llumiquinga, P., Gallegos, P., Orbe, K., Castillo, N., Ulloa, J., ... Proaño, K. (2015). Potato cyst nematodes infesting potato fields in Ecuador: integrative diagnosis and molecular phylogeny. En *6th International Barcoding Conference* (p. 223). Canadá: NRC Research Press.
- Mimee, B., Dauphinais, N., & Bélair, G. (2015). Life Cycle of the Golden Cyst Nematode, in Quebec, Canada. *Journal of Nematology*, 47(4), 290-295.
- Trugdill, D., & Cotes, M. (1983). Tolerance of potato to potato cyst nematodes in relation to the growth and efficiency of the root system. *Annals of App. Biology.*, 103, 385-397.

Caracterización de Bacterias Solubilizadoras de Fósforo (*Pseudomonas sp.*), Presentes en la Rizósfera del Maíz de Cuatro Provincias del Ecuador

Ana, K. Pincay^{1,2}, Carlos, A. Sangoquiza², Carlos Yáñez²

¹Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP- Programa de Maíz.

E-mail: anapincay3475@gmail.com

Palabras clave: Bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV).

Área temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias solubilizadoras de fósforo desempeñan un papel importante en la nutrición de la planta, ya que por procesos de solubilización y mineralización; intensifican la disponibilidad de este elemento a través de la liberación del ión fosfato de fuentes inorgánicas y orgánicas del suelo (Castellano et al., 2015). Con base en estudios realizados por el Departamento de Suelos y Aguas de la EESC, se sabe que los suelos agrícolas de la sierra ecuatoriana poseen altas cantidades de complejos fosfatados de difícil absorción para la plantas, por ello se debe suministrar cada cierto tiempo fertilizantes químicos, lo cual conlleva a un aumento en los costos de producción y a una acumulación residual de este elemento (Abreu, et al 2010). Esta investigación tuvo como objetivo aislar, caracterizar y evaluar bacterias *Pseudomonas sp.*, con el fin de potenciar la actividad microbiana y disminuir el uso de agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en tres etapas.

Etapas 1. Aislamiento e identificación. Los aislados de *Pseudomonas sp.* se obtuvieron a partir de suelo rizosférico del cultivo de maíz en su fenología V7. El muestreo se realizó en los ensayos experimentales del INIAP-Programa de Maíz ubicados en: Hacienda Tunibamba en la provincia de Imbabura (0°19'08"N y 78°15'35" O), Universidad de Bolívar en la provincia de Bolívar (01°36'52" S y 78°59'54" O), Guntuz en la provincia de Chimborazo (1°40'41.5" S y 78°34'24.3" O) y en la Estación Experimental Santa Catalina (Sección Oriental) del INIA en la provincia de Pichincha (0°22'09" S y 78°31'06" O).

El análisis químico de las muestras de suelo se realizó en el laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas de la EESC. Para el aislamiento de *Pseudomonas* se realizó diluciones seriadas hasta 10⁻⁶ en solución estéril al 0.85% de NaCl, y se sembró en agar King B, las cajas se incubaron por un periodo de 48 horas a 30 °C.

La selección de las cepas se realizó con base a los criterios morfológicos de Prescott(2008). A los aislados se les realizó pruebas API20E (BioMerieux, St Louis, MO, USA) y el análisis molecular del gen 16Sr empleando el protocolo de "Extracción de ADN de bacterias y Hongos" modificado por Francisco Jarrín del Centro Internacional de la PAPA (Weising et al., 1995). Las secuencias obtenidas fueron comparadas con con las secuencias de la subunidad 16Sr presentes en el Gene Bank (www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST).

Etapa 2. Evaluación de la Solubilización de fosfatos *in vitro*. Se sembró 10 μL de cada cultivo bacteriano (concentración 1×10^8) en medio Pvk por triplicado, las placas se incubaron por 14 días a 30°C y se midió el diámetro del halo de solubilidad alrededor de las colonias.

Etapa 3. Evaluación de la Solubilización de fosfatos en condiciones de invernadero. Se utilizó como sustrato una mezcla de turba y suelo (1:3), esterilizado a 120°C y 1 atm de presión por 70 min, por dos días consecutivos (Marques, et al, 2010). Se realizó un análisis de nutrientes tanto iniciales (con fines de fertilización) como finales. El sustrato fue fertilizado con 0.3g de Urea, 0.2g de Muriato de potasio y 0.11g de Sulpomag por kg de suelo. Para el testigo fertilizado se realizó la misma fertilización y adicionalmente se agregó 0,22g de súper fosfato triple (SFT) por kg de suelo (Parra, 2014). Se utilizó semillas de maíz de la variedad INIAP-101, sin tratamiento químico, las cuales se desinfectaron superficialmente con alcohol al 96% y una solución de hipoclorito de sodio con ácido clorhídrico. Posteriormente se hicieron germinar estas semillas y se sumergieron durante 45 minutos en 150 ml de inóculo a concentración de 10^8 UFC, en constante agitación, luego de este tiempo se procedió a sembrar una semilla por maceta. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con 14 tratamientos y 5 repeticiones. El ensayo tuvo una duración de ocho semanas, las variables evaluadas fueron: altura de planta, longitud de raíz, % de materia seca, área foliar y contenido de fósforo en tejido foliar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de suelo. Los resultados mostraron que el suelo analizado de la provincia de Pichincha, tuvo mayor cantidad de P (40 ppm) y N (50ppm) con respecto a los suelos analizados de Chimborazo P (31 ppm), N (36 ppm), Bolívar P (30 ppm), N (20 ppm) e Imbabura P (18 ppm), N (27 ppm). Según Yánez (2013), esto se debe a la constante fertilización que se maneja en estos terrenos de monocultivo de maíz, que conlleva un efecto residual y acumulativo de la aplicación de fertilizantes fosfatados, pero en ningún caso es suficiente para fertilizar al siguiente ciclo de cultivo (INIAP, 2007). Además al ser un suelo de tipo Andisol, está dominado por complejos humus-Al y alófano, que hacen que la reacción de la fijación de fósforo sea mucho más enérgica y absorban cantidades apreciables de P a través del tiempo (Espinoza, 2008). Estudios realizados por (Radzkiat al., 2013), manifiestan que el contenido total de fósforo en los suelos es de 0,05%, y únicamente el 0,1% del total de fósforo está en forma disponible para las plantas, ya que la mayor parte está en forma insoluble como parte de fosfatos de calcio y hierro.

Aislamiento y caracterización de *Pseudomonas sp.* Todas las cepas aisladas, fueron identificadas como bacilos Gram (-), mediante tinción Gram. De las 12 cepas aisladas como posibles *Pseudomonas* 10 fueron identificadas como *Pseudomonas sp* y 2 fueron *Acinetobacter sp.*

Evaluación de la Solubilización de fosfatos *in vitro*. La cepa aI3 (*P. fluorescens*) presentó un mayor índice de solubilidad con un promedio de 4.8 seguido de aI2 (*P. fluorescens*) con 4.0. Evaluación de la Solubilización de fosfatos en condiciones de invernadero. Se observó que el 91.3% de las cepas aisladas aumentaron la cantidad de fósforo en el suelo en comparación con los valores iniciales (58 ppm), debido a la solubilización de este elemento llevado a cabo por las bacterias inoculadas en las semillas de maíz.

Con respecto a la variable altura de planta no se encontraron diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos, sin embargo en longitud de raíz la prueba de Tukey al 5% mostró seis rangos, las mejores cepas en esta variable fueron aB1 (59.8cm) aI3 (58.4cm) y cB5 (57cm) siendo incluso superiores al testigo fertilizado (50.78cm) y al absoluto (33.80cm). Las plantas de maíz inoculadas con cepas aI2, aI6, aB1, aB5, y aC2, mostraron altos porcentajes de materia seca y área foliar con respecto al testigo absoluto. Parra et al., (2011), mencionan que la absorción de fósforo en las primeras etapas del desarrollo de la planta de maíz, influye en el contenido de biomasa y en el área foliar, ya que este nutriente juega un papel importante en la morfogénesis y expansión foliar. El 69.57% de las cepas inoculadas aumentaron el porcentaje de fósforo en el tejido foliar con un valor de $p=0.0266$, al comparar con el testigo absoluto (0.15% P).

CONCLUSIONES

Las cepas aI2, aI6, aB1, aB5, y aC2 aisladas en esta investigación favorecieron la absorción de P disponible en el suelo, dando lugar a un aumento en la producción de biomasa, atribuible a un aumento del área foliar.

La capacidad de las bacterias para solubilizar fósforo se ve influenciada por las condiciones ambientales y nutricionales, ya que las mejores cepas en solubilizar fósforo *in vitro* no fueron las mismas en el ensayo de invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, M., y Ferreira, C. (2010). Biofertilizante mixto a base de bacterias de vida libre fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo. XIX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Calabozo, Venezuela.
- Castellano, M. H., Espinosa, C. T., & Fernández, M. A. (2015). Uso de *Azospirillum* en la agricultura. Revista Científica Agro ecosistemas, 3(1).
- Espinoza, J. (2008). Suelos Volcánicos, Dinámica del Fósforo y Producción de Papa. II Congreso Internacional de la Papa. Ambato, Ecuador
- INIAP. (2007). Manejo de Nutrientes por sitio específico con Labranza de Conservación en el Cultivo de Maíz. Informe Anual, Quito.
- Marques, A., Pire, C., Moreira, H., Rangel, A., & Castro, P. (2010). Assessment of the plant growth promotion abilities of six bacterial isolates using *Zea mays* as indicator plant. *Soil Biology & Biochemistry*, 42, 1229-1235
- Parra, J., Ramírez, R., Lobo, D., Subero, N., & Sequera, O. (2011). Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) en la etapa temprana a las formas de aplicación de fósforo. *Rev. Fac. Agron*, 37 (2), 86-92
- Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2008). Microbiología. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 1124 p.
- Radzki, W., Mañero, F. G., Algar, E., García, J. L., García-Villaraco, A., & Solano, B. R. (2013). Bacterial siderophores efficiently provide iron to iron-starved tomato plants in hydroponics culture. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 104(3), 321-33
- Weising, K.; Nybom, K.; Wolff, K.; Meyer, W. (1995). ADN fingerprinting in plants and fungi. CRC Press. USA. Modificación de Francisco Jarrin, Centro internacional de la papa. INIAP. 320 p.
- Yáñez, C., Zambrano, J., & Caicedo, M. (2013). Guía de Producción de Maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito, Ecuador.

Crecimiento y Producción en Amaranto (*Amaranthus quitensis* L.) Cultivado con Diferentes Abonos Orgánicos

David Risco^{1,2}, Pedro P. Pomboza¹, José F. Arcos²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Sector El Tambo-La Universidad, vía Quero, Cevallos, Tungurahua, Ecuador.

²Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1,5, Riobamba, Ecuador.

E-mail: david.risco@epoch.edu.ec

Palabras clave: Sangorache, rendimiento, Ecuador.

Área temática: Manejo Integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un género de la familia Amaranthaceae que contiene más de 60 especies, de las que 40 son nativas de América. El ataco, sangorache o amaranto negro (*Amaranthus quitensis* L.), es un cultivo común en la sierra ecuatoriana desde hace más de 4 000 años (Monteros et al., 1994). Se cultiva principalmente por su panoja, de color morado o púrpura intenso que contiene flavonoides que le confieren un tinte rojizo muy utilizado en usos culinarios. A pesar de los beneficios nutricionales y la facilidad de cultivo del amaranto, existe poca información en cuanto a las necesidades del cultivo para obtener un óptimo rendimiento. En suelos muy degradados, como ocurre en buena parte de la sierra ecuatoriana, el uso de abonos sintéticos no es sustentable a largo plazo, ya que entre otros efectos produce acidez del suelo lo que finalmente conduce a la erosión (Kang y Juo, 1980). Se ha hecho necesario el desarrollo de prácticas de cultivo como el uso de abonos orgánicos, más asequibles y con beneficios para el medio ambiente a largo plazo. Schippers, (2000) reportó que el amaranto responde positivamente a una buena fertilidad del suelo y a la materia orgánica. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del abono animal de gallina y vegetal de Azolla sobre el crecimiento y el rendimiento de *Amaranthus quitensis* L. en Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en 2015 en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato (01° 22' S, 78° 36' O, 2865 msnm). El clima de la zona es ecuatorial de alta montaña y presenta una temperatura media de 12.8 °C y una precipitación media de 475 mm/año (Pourrut et al., 1995). El suelo donde se realizó el ensayo es un típico andisol, de origen volcánico, y previo a la siembra se realizó un análisis donde se determinó el pH (6.8), la conductividad eléctrica (0.7 mmhos/cm), el porcentaje de materia orgánica (1.26%), así como la concentración de nitrógeno (9.4 ppm), fósforo (37.3 ppm) y potasio (0.6 cmol/kg). Se utilizó la variedad mejorada, procedente de un vivero de la zona, de amaranto negro o sangorache (*Amaranthus quitensis*L.) y el diseño experimental consistió en bloques al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en la adición de 7 t/ha de abono orgánico en tres formulaciones: Azolla (TA), Gallinaza (TG) Azolla más Gallinaza al 50% (TAG) y un tratamiento control sin abonar (T0). Se realizó un análisis de las propiedades químicas de las diferentes formulaciones antes de la siembra.

El marco de plantación fue de 70cm x 50 cm y cada parcela experimental medía 3.5 m x 4.5 m. Todas las medidas de producción se realizaron en 10 plantas centrales. Durante la fase de crecimiento, una vez al mes se midió la altura de la planta. En cosecha se determinó el peso de la planta completa, de las inflorescencias, así como la producción de semillas por planta. Además, se calculó el peso promedio de 1000 semillas. Los datos del efecto de los abonos sobre los diferentes parámetros fueron analizados utilizando el programa Infostat (www.infostat.com.ar) mediante análisis de varianza y para comparar los diferentes tratamientos se utilizó el test de Tukey.

Tabla 1. Análisis químico de los abonos utilizados en el ensayo. M.O.= Porcentaje de materia orgánica

Biofertilizante	pH	M.O. (%)	N (ppm)	P (ppm)	K (cmol/kg)
Azolla	6.8	1.3	10.0	14.5	0.4
Gallinaza	6.7	1.7	13.1	23.8	1.1
Azolla+Gallinaza	6.8	1.6	12.1	17.7	0.4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los parámetros de producción fueron superiores para los tratamientos con abono de gallina, tanto para TG como para TAG (Tabla 2). El peso de la planta fue superior en TG en comparación con el resto de tratamientos, y mayor para TAG con respecto a TA y T0. Al igual que ocurría con el número de hojas, estas diferencias son muy significativas. El peso de la inflorescencia no fue significativamente diferente entre TA y TAG y fue superior a T0 y TAG. Tampoco hubo diferencias entre T0 y TA. El peso de las semillas fue superior en TA con respecto a TAG y en TAG con respecto a TA y T0. El peso de 1000 semillas fue similar en TG y TAG y superior a T0 y TAG. Esto indica que las semillas de TA fueron menores que las de TAG, ya que la producción por planta en ambos tratamientos no fue significativamente diferente. De forma general, el tratamiento con abono de gallinaza mostró ser mejor tanto en términos vegetativos, como reproductivos y de rendimiento, en comparación con el tratamiento de abono más gallinaza y muy superior al tratamiento control y al tratamiento abonado con Azolla.

Los resultados también mostraron que el uso del biofertilizante vegetal a base de Azolla resultó contraproducente para el desarrollo del cultivo y la producción final en amaranto. En la mayoría de los parámetros analizados no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratado con abono de Azolla, indicando la posible presencia de algún tipo de alelopatía. Además, en los análisis químicos de los abonos (Tabla 1), se observa como el preparado de Azolla tiene menor concentración de macronutrientes, especialmente fósforo, un elemento ya de por sí escaso en los suelos provenientes de cenizas volcánicas debido a la fijación de fósforo realizada por estos suelos, quedando inutilizable para las plantas.

Tabla 2. Componentes del rendimiento en función del biofertilizante. En columnas, letras similares indican valores que son estadísticamente iguales.

Tratamiento	Peso planta (g)	Peso inflorescencias (g)	Peso semillas (g)	Peso 1000 semillas (g)
T0	503.1 ^a	187.8 ^a	19.3 ^a	0.61 ^a
TA	435.1 ^a	157.8 ^a	17.9 ^a	0.63 ^a
TG	1483.8 ^c	439.8 ^b	66.5 ^c	0.70 ^b
TAG	1183.0 ^b	369.8 ^b	48.2 ^b	0.69 ^b
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
E.E.	76.4	26.3	3.5	0.01

T0= Control sin abono; TA= Abono Azolla; TG= Abono gallinaza; TAG= Abono Azolla más gallinaza; E.E. = Error estándar de la media.

CONCLUSIONES

El abono animal de gallina ha mostrado ser muy beneficioso para el desarrollo del cultivo del amaranto negro o sangorache, mejorando todos los parámetros de cosecha en comparación al tratamiento control. Por el contrario, el tratamiento abonado con el helecho Azolla no mostró ninguna mejoría para el cultivo del amaranto negro. Es necesario seguir desarrollando estudios que aúnen el desarrollo de prácticas de cultivo amigables con el medio ambiente con la recuperación de cultivos poco utilizados con gran potencial alimenticio.

BIBLIOGRAFÍA

- Kang, B. T., y A. S. R., Juo. (1980). Management of low activity clay soils in tropical Africa for food production. In Terry ER, Oduro KA, Cavenes F (eds) Tropical root crops: Research strategies for the 1980s. Ottawa, Ontario, IDRC 129-133 pp.
- Monteros, C., Nieto, C., Caicedo, C., Rivera, M., y C. Vimos. (1994). "INIAP-ALEGRÍA". Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. Boletín Divulgativo No. 246. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 24p.
- Pourrut, P., Gomez, G., Bermeo, A., y A., Segovia. (1995). Factores condicionantes de los regimenes climáticos e hidrológicos. En: Pourrut P. Estudios de Geografía. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Colegio del Ecuador/ Corporación Editora Nacional. Quito. 324p.
- R. R., Schippers. (2000). African Indigenous Vegetables: An Overview of the Cultivated Species. Natural Resource Institute/ACP-EU Technical Centre for Agricultural Resources and Rural Cooperation. Chatham, UK. 511-516 pp.

Evaluación Agronómica del Sistema de Producción Quinua (*Chenopodium quinoa W*) Intercalado con Lenteja (*Lens culinaris L*), en la Granja Laguacoto, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar

Carlos, M. Monar¹ y David, R. Silva¹

¹Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador.
E-mail: cmonar20@yahoo.es

Palabras clave: Cambio climático, nitrógeno, uso eficiente del suelo.

Area temática: Manejo integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La quinua y la lenteja a nivel mundial, constituyen componentes tecnológicos estratégicos para contribuir a la seguridad alimentaria por sus atributos agronómicos, nutricionales, y como alternativas sostenibles para mitigar el Cambio Climático (CC).

La provincia Bolívar, se caracteriza por ser eminentemente agrícola, teniendo como base el Sistema de Producción (SP) maíz suave en unicultivo con una superficie de 38.000 has. Debido a deficientes prácticas agronómicas, hay un deterioro acelerado del suelo, erosión genética, insectos plaga y enfermedades al follaje y la mazorca, ante lo cual los productores recurren a una alta dependencia externa de plaguicidas y el deficiente uso del nitrógeno (Monar, C. y Silva, R. 2016).

Como es evidente el CC en el contexto mundial, la reducción, y mala distribución e intensidad de la lluvia, presencia de heladas, granizadas y vientos de hasta 35 km⁻¹ hora, hacen que el maíz sea afectado significativamente en su rendimiento y calidad; siendo necesario validar alternativas tecnológicas para la adaptación al CC como el SP intercalado de quinua con lenteja para mejorar la eficiencia química y agronómica del nitrógeno (N). La quinua y lenteja por su calidad nutricional son determinantes para contribuir a reducir la Desnutrición Crónica Infantil (DCI) de la provincia Bolívar, misma que es la más alta del Ecuador. Los objetivos de esta investigación fueron: i) Validar el SP de quinua INIAP Pata de Venado intercalado con lenteja INIAP 406 y dos niveles de nitrógeno. ii) Comparar el SP intercalado con los unicultivos de quinua y lenteja a través del Uso Eficiente del Suelo (UES) y iii) Realizar el análisis económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación, se realizó en la Granja Laguacoto de la UEB, ubicada a una altitud de 2640 m. Se aplicó un DBCA en arreglo factorial. El factor A correspondió a los SP: A1 = Quinua en unicultivo y A2 = Quinua intercalado con lenteja. El factor B fueron dos niveles de nitrógeno: B1 = 0 y B2 = 40 kg ha⁻¹ con cinco repeticiones. Las variables que se midieron en la quinua fueron: Longitud de la Panoja (LP); Altura de Planta (AP); Días a la Cosecha (DC) y el Peso de Mil Semillas (PMS). El Rendimiento (RH) se calculó en quinua y lenteja.

RESULTADOS Y DISCUSION

Existió un efecto diferente de los SP y dosis de N sobre las variables evaluadas. El promedio más elevado para los componentes del rendimiento se determinó en el SP intercalado y con 40 kg ha⁻¹ de N, quizá debido a las mejores condiciones de humedad y eficiencia química y agronómica del N. Bajo condiciones de estrés de sequía, amplio rango de temperatura, radiación solar y calor, la lenteja cubrió el suelo como mulch, lo que incidió en la conservación de la humedad y un menor estrés a las plantas de quinua en comparación al unicultivo y por tanto un valor superior del UES (Riley, J. 1984).

Como efecto principal el SP intercalado incrementó un 25% el rendimiento y el N 27%. En la interacción de factores el promedio superior se determinó en el SP intercalado con 40 kg ha⁻¹ de N con 1394 kg ha⁻¹ de quinua, un valor de 2.22 del UES y un incremento del beneficio bruto de \$385.92 ha⁻¹. Hubo una estrecha significatividad entre los componentes agronómicos y el rendimiento. Ante el CC, el sistema de producción de quinua intercalado con lenteja más la aplicación de 40 kg ha⁻¹ de N, contribuyó a mejorar la eficiencia del SP. Por la literatura científica la lenteja ayuda a la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN), reduciendo la dependencia externa de este nutriente (Villacís, C. *et al.* 1991)

CONCLUSIONES

La quinua INIAP Pata de Venado de acuerdo a sus características morfoagronómicas de la planta se ajusta al SP intercalado con la lenteja INIAP 406 y son de fácil manejo agronómico para los pequeños productores/as, por tanto son alternativas tecnológicas válidas para la adaptación al CC. Este estudio demostró una mejor productividad del SP quinua intercalado con lenteja, por los indicadores de rendimiento, UES e ingresos económicos, lo que hace al sistema sostenible y además contribuirá al fomento de la quinua que es clave para mitigar los altos niveles de desnutrición, intolerancia al gluten de los cereales y por tanto mayor competitividad en la cadena de valor de la quinua.

BIBLIOGRAFÍA

- Monar, C. y Silva, D. (2016). Informe anual de actividades programa de producción de semillas. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Guaranda, Ecuador. 25 p.
- Riley, J. (1984). A general formula of the “Land Equivalent Ratio”. *Experimental Agriculture (UK)*. 20 (1): 19-29.
- Villacís, C. *et al.* (1991). INIAP – 406. Variedad de lenteja precoz. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Plegable No. 45. Quito, Ecuador.

Evaluación de la Conductancia Estomática en Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum*) Sometidas a los Estrés de Calor, Frío y Sequía

Esteban Espinosa-Cordova^{1,7}, Darío Ramírez-Villacis^{1,7}, Hernán Ramos^{1,7},
Solbay Segovia^{1,7}, Xavier Cuesta^{2,7}, Jorge Rivadeneira^{2,7},
Enrique N. Fernández-Northcote⁷, Enrique Ritter^{4,7}, Antonio Leon-Reyes^{1,5,6,7}

¹Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos, Ingeniería en Agronomía, Facultad de Ciencias e Ingeniería del Politécnico, Universidad de San Francisco de Quito, Quito-Ecuador.

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

³Universidad Nacional Agraria La Molina - Instituto de Biotecnología, IBT, Lima, Perú.

⁴NEIKER Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Vitoria-Gasteiz, España.

⁵Instituto de Microbiología, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA Universidad San Francisco de Quito USFQ, Campus Cumbayá, Quito, Ecuador.

⁶Instituto de Investigaciones Biológicas y Ambientales BIÓSFERA, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales COCIBA Universidad San Francisco de Quito USFQ, Campus Cumbayá, Quito, Ecuador.

⁷Proyecto PAPA CLIMA (FAO-IT PGRFA, con fondos de la Unión Europea)

E-mail: aleon@usfq.edu.ec; eespinosac@usfq.edu.ec

Palabras clave: Papa, Conductancia estomática, Frio, Calor y Sequía

Área temática: Manejo integrado de cultivos

INTRODUCCIÓN

Bajas y altas temperaturas, y la sequía limitan el crecimiento, la productividad y la distribución de los cultivos de papa, lo que genera considerables pérdidas económicas (Liu, 2013). Además del problema actual, se debe considerar que el cambio climático intensificará las inundaciones, las sequías y la variación extrema de temperaturas (Estrada, 2000). Una de las soluciones es el desarrollo de variedades resistentes, pero es necesario desarrollar metodologías que permitan la selección de los mejores genotipos parentales con mayor capacidad de adaptación a un entorno cambiante. La conductancia estomática puede ser usado como un parámetro que ayude a seleccionar los genotipos que mejor se adaptan a los efectos del cambio climático. La conductancia estomática es una función de la densidad, tamaño y grado de apertura de los estomas, que son poros de las plantas que se abren para regular procesos fisiológicos. El porómetro mide la conductancia estomática usando dos sensores que determinan la diferencia de humedad entre las caras de la hoja, y muestra la información en mmol/m².s (milimoles por metro cuadrado por segundos). La planta de papa cierra sus estomas ante un déficit de humedad relativamente bajo en el suelo (Liu et al., 2013). Se ha reportado que la conductancia estomática puede reducirse significativamente en etapas tempranas de disminución de humedad en el suelo, incluso antes de evidenciarse una reducción significativa en el potencial hídrico (Yactayo y Sanches, 2015). Esto sugiere que en condiciones de estrés hídrico se originan señales químicas en las raíces que pueden transportarse a la parte aérea de las plantas y regular los procesos fisiológicos antes de que disminuya significativamente el potencial hídrico (Liu, 2013). Se considera que el estrés hídrico, al igual que el calor y frío causan un cambio en la conductancia estomática para evitar el daño por dichos estrés. El presente estudio es parte del proyecto “Selección asistida por marcadores moleculares para el germoplasma de papa adaptado a los estrés bióticos y abióticos causados por el cambio climático”, respaldado por la FAO. Se busca desarrollar metodologías que permitan la selección de

genotipos de papa que mejor se adapten a las condiciones ambientales extremas como resultado del efecto del cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Genotipos y condiciones de crecimiento

El ensayo se realizó en la provincia de Pichincha, cantón de Mejía y parroquia de El Chaupi, la geo-referencia es 0° 06'36 "S 78° 63'01"O. Se encuentra ubicado a una altitud de 3200 msnm y presenta una temperatura promedio de 16°C. Se obtuvieron sesenta tubérculos para cada uno de los cuatro genotipos de papa provenientes del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP). Los genotipos incluidos en este trabajo fueron Natividad, Libertad, Josefina y Victoria. Se utilizó un sustrato compuesto de tierra negra para sembrar el material vegetal, el cual fue previamente esterilizado mediante la técnica de vapor. Se usaron semillas libres de plagas y enfermedades con un peso promedio de 60 gramos, que mostraron brotación múltiple y se plantó un tubérculo por funda de 6 L a una profundidad de 5 cm. El riego se llevó a cabo de dos a tres veces por semana, manteniendo la humedad a la capacidad del campo. La fertilización se realizó con fertilizante completo al momento de la siembra y se efectuó otra aplicación dos semanas antes de someter a los tratamientos. Las plantas de 60 días se sometieron a los estreses de frío, calor y sequía.

Condiciones de Tratamiento

Para tomar los datos con el porómetro se utiliza la primera hoja completamente expandida del tercio superior de cada una de las plantas, con el fin de reducir la variabilidad dependiendo de la madurez de la hoja. El material vegetal es sometido a tres condiciones de estrés abiótico (calor, helada y sequía). Las condiciones de los tratamientos realizados se explican a continuación.

Calor: se ubican las plantas en el cuarto caliente a las 5 de la tarde del día anterior al tratamiento. El cuarto caliente se prende a las 6 de la mañana a una temperatura establecida a 38°C durante un tiempo de exposición de 48 horas. Posterior al tiempo establecido, se apaga el cuarto caliente y se espera una hora con el fin de bajar la temperatura y humedad, una vez transcurrido el tiempo se toman los datos con el medidor de conductancia estomática.

Heladas: Se ubican las plantas a las 5 de la tarde del día anterior al tratamiento en el cuarto frío. Se prende el cuarto frío a las cuatro de la mañana, este se demora aproximadamente una hora hasta llegar a los -3°C. Alcanzada dicha temperatura se somete a tres horas de exposición. Una vez transcurrido dicho tiempo se establece una temperatura de 0°C durante un tiempo de exposición de media hora, posteriormente se somete a una temperatura de 4°C durante media hora más. Se apaga el cuarto frío y se espera una hora con el fin de bajar la humedad relativa y aumentar la temperatura, una vez transcurrido el tiempo se toman los datos con el medidor de conductancia estomática.

Sequía: las plantas se riegan hasta llegar a una saturación completa, escurriendo el agua se meten las plantas en el invernadero designado para los tratamientos de sequía. Las plantas

son sometidas a estrés de sequía durante 16 días dentro de los cuales no se aplica agua. Se toma datos de conductancia estomática a los días 0-4-8-12-16 después de iniciado el tratamiento.

RESULTADOS

La medición de la conductancia estomática muestra que todos los genotipos se comportan de manera diferente en un estado inicial sin estrés (Figura 1). Esto nos indica que los genotipos estudiados tienen tasas de conductancia estomática diferentes. El genotipo con mayor conductancia estomática es Josefina con un total de 995.47 mmol/ms, seguido por Libertad con 823.53 mmol/ms, luego Victoria con 807.97 mmol/ms y por último Natividad con 734.5 mmol/ms.

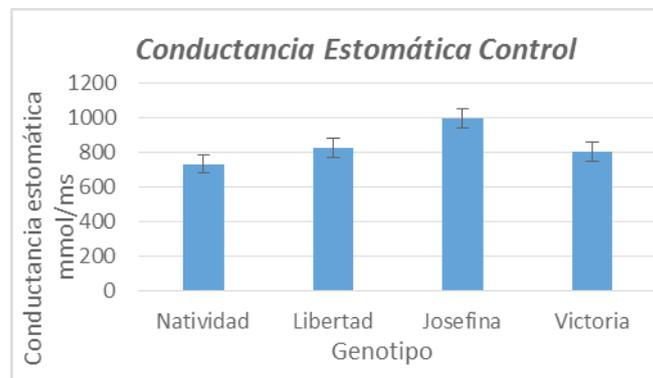


Fig. 1. Conductancia estomática medida en mmol/ms de los genotipos antes de ser sometidos a estrés.

En los resultados obtenidos después del tratamiento de calor (Figura 2), se puede observar que todos los genotipos difieren en la conductancia estomática con respecto al control. Todos los genotipos obtuvieron valores menores al 25% del total de la conductancia comparado con los controles para cada genotipo. El genotipo con mayor conductancia estomática después del tratamiento con respecto al control es Natividad con el 20.55%, seguido por Libertad con el 16.43%, luego Josefina con el 15.4% y por último Victoria con el 14.4%.

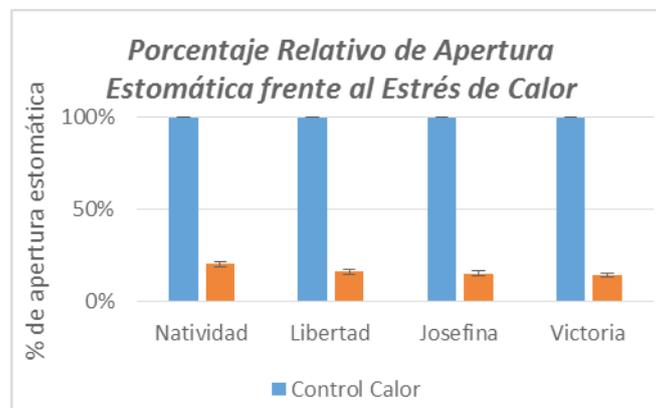


Fig. 2. Porcentaje relativo de la conductancia estomática con respecto al estado inicial después de haber sido sometidos al tratamiento de calor. (medida en mmol/ms)

Siendo todos estos valores muy similares en la respuesta estomática.

Los resultados obtenidos después del tratamiento de frío indican una reducción significativa de la conductancia estomática con respecto al control (Figura 3). Libertad presenta el 78.5% de la conductancia estomática con respecto al control, mientras que Josefina presenta el 54.53%, seguido por Victoria con el 28.48% y por último Natividad con el 24.6%. Esto indica que Libertad y Josefina mantienen más abierto los estomas que las otras dos variedades.

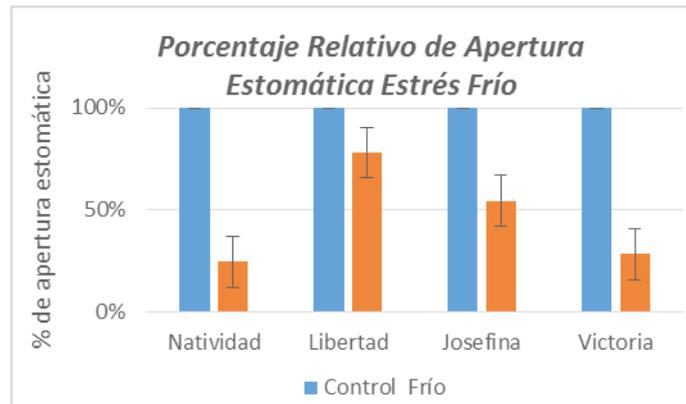


Fig. 3. Porcentaje relativo de la conductancia estomática con respecto al estado inicial después de haber sido sometidos al tratamiento de frío (medida en mmol/ms)

En cuanto a los resultados obtenidos del tratamiento de sequía (Figura 4), se puede observar como la conductancia estomática disminuye con el paso de los días indicando que las plantas se encuentran bajo estrés. Los genotipos Libertad y Natividad tienen un comportamiento marcado en el día 4 durante la sequía, aumentando la conductancia estomática por encima del control pero se observa como luego baja en días posteriores. También se puede observar que los genotipos Libertad y Victoria tiene una reducción gradual de la conductancia estomática y no marcada como el resto de genotipos.

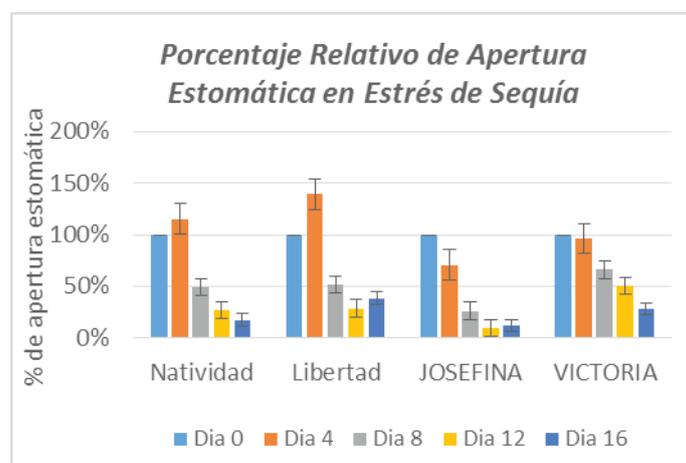


Fig. 4. Porcentaje relativo de la conductancia estomática con respecto al estado inicial después de haber sido sometidos al tratamiento de sequía durante 16 días (medida en mmol/ms).

Los genotipos se sometieron a condiciones extremas controladas debido a la necesidad de identificar la respuesta estomática a un entorno cambiante en 4 variedades de papa. En condiciones extremas, los genotipos muestran diferentes niveles de tolerancia, donde estos niveles pueden identificarse como valores de referencia para la selección de genotipos que son más tolerantes a los factores abióticos en estudio. Una de las primeras respuestas al estrés es el cierre estomático causando una disminución en la tasa de transpiración por unidad de área con el fin disminuir la pérdida de agua, encontrando que la mayoría de las mediciones, la conductancia estomática fue significativamente menor en los tratamientos con riego parcial que en el control con riego (Yactayo y Sanches, 2015).

CONCLUSIONES

Este estudio refuerza los estudios previos que determinan que los diferentes genotipos tienen diferente respuesta estomática, dando la posibilidad de seleccionar los genotipos que mejor se adaptan en condiciones extremas. Las temperaturas por debajo de 0°C, las temperaturas superiores a 35°C y la sequía afectan las respuestas enzimáticas, fisiológicas y químicas en las plantas, afectando de forma diferente la respuesta estomática en los genotipos observados (Liu, 2013; Pino, et al. 2016). En un futuro estos parámetros serán correlacionados con la tolerancia o rendimiento de cada variedad a cada estrés.

BIBLIOGRAFIA

- Estrada, N. (2000). La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la papa. La Paz: Emma Martinez.
- Liu, W. (2013). The Low Temperature Induced Physiological Responses of *Solanum tuberosum*., Cold-Tolerant Plant Species. *The ScientificWorld Journal*, 1-7.
- Pino, M., & Chen, T. (2016). Efecto de las Heladas en el cultivo de papa, y desafíos del mejoramiento genético. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Yactayo, Wendy y Miguel Sanches. «Eficiencia de uso de agua de la papa en respuesta a la aplicación de diferentes niveles de riego utilizando el riego parcial.» *Anales Científicos* (2015): 29-37. Universidad de la Molina, Lima-Peru.



Sección técnica:
Nutrición humana, animal y
Valor agregado

Caracterización del Perfil de Polifenoles en Cacao CCN 51

*Iván R Samaniego¹, Herlinda S Espín¹, James G Quiroz², José L Yépez¹,
Bladimir E Ortiz¹, Cristina G Viguera³*

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. Panamericana Sur km. 1, Quito-Ecuador,

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Litoral Sur. Programa de Cacao, km 26 vía Duran – El Tambo, Yaguachi-Ecuador.

³Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables, Departamento Ciencia y Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC. Campus Universitario de Espinardo 26. Murcia-España.

E: mail: ivan.samaniego@iniap.gob.ec

Palabras clave: Cacao, polifenoles, salud.

Área temática: Valor agregado, nutrición humana y animal.

INTRODUCCIÓN

El cacao Nacional Ecuatoriano es altamente reconocido a nivel mundial por las propiedades organolépticas de sus granos, por lo que es muy demandado por el mercado de chocolates para la fabricación de productos de calidad superior, pero es sensible al ataque de enfermedades y su productividad es baja. En el Ecuador se produce una variedad de cacao conocida como CCN 51 (Colección Castro Naranjal Cultivar 51), la misma que presenta tolerancia a algunas enfermedades y tiene una productividad de hasta cuatro veces más que la variedad Nacional y tras un adecuado proceso poscosecha presenta resultados de alta calidad sin ser considerado como fino y de aroma. (Vargas et al., 2015)

El cacao es particularmente rico en polifenoles que son almacenadas en las células pigmentarias de los cotiledones y según la cantidad presente, las almendras son de color blanco a violeta intenso. Además, son responsables del sabor astringente y amargo de las almendras y actualmente son muy reconocidas por su valor nutricional y funcional, puesto que reducen el riesgo de contraer enfermedades crónicas debido a que poseen propiedades antioxidantes. La cantidad y el tipo de polifenoles presentes en el cacao, depende en gran medida de factores intrínsecos como el genotipo y factores extrínsecos como el origen, época de cosecha y métodos de fermentación. (Wollgast y Anklam., 2000)

El objetivo del presente estudio fue determinar el contenido total de polifenoles, flavan-3-ols (+) catequina y (-) epicatequina y procianidinas dímera B2 y trímera C1 en almendras fermentadas y secas de cacao CCN 51 procedente de las tres principales zonas productoras de la región Litoral del Ecuador, así como establecer el efecto de la zona geográfica de producción sobre el contenido de estos compuestos fitoquímicos, como una herramienta de calidad para los diferentes actores de la cadena productiva del cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó muestras de cacao CCN 51, colectadas directamente en las fincas de productores de las provincias con mayor volumen de producción de la región Litoral del Ecuador. En cada provincia, se seleccionó tres cantones y en cada cantón 3 fincas representativas,

trabajando con 27 fincas por duplicado (N= 54). El muestreo en cada finca se realizó seleccionando al azar 20 árboles de cacao de esta variedad y se colectó 2 frutos por árbol. Las muestras fueron sometidas a un proceso de fermentación y secado, para lo cual; se procedió a extraer las almendras y se sometieron a un proceso de presecado al sol por ocho horas, posteriormente se realizó micro-fermentaciones en cajas de madera de laurel de 120 cm de alto x 120 cm de ancho x 180 cm de profundidad, con capacidad para 120 kg de cacao, durante cuatro días. El secado se realizó naturalmente al sol en tendales de cemento, hasta obtener aproximadamente el 7% de humedad en los granos.

La determinación del contenido de polifenoles totales se realizó por espectrofotometría UV-Visible y la identificación y cuantificación de los flavan-3-ols se efectuó por Cromatografía Líquida de Alta resolución (HPLC) acoplado a detector de Arreglo de Diodos (DAD). La investigación se realizó considerando como factores en estudio, a las tres principales provincias productoras de cacao CCN 51 de la región Litoral del Ecuador (Guayas, Manabí y Los Ríos), como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Factores en estudio para la caracterización del perfil de polifenoles en cacao CCN 51

Provincia		Cantón	Finca/Productor		
P ₁	Manabí	C ₁ Santa Ana	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₂ Portoviejo	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₃ Chone	F ₁	F ₂	F ₃
P ₂	Guayas	C ₁ Milagro	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₂ Naranjal	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₃ Yaguachi	F ₁	F ₂	F ₃
P ₃	Los Ríos	C ₁ Ventanas	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₂ Quinsaloma	F ₁	F ₂	F ₃
		C ₃ Mocache	F ₁	F ₂	F ₃

La evaluación estadística se efectuó en dos etapas; en la primera etapa se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) por provincia con 9 tratamientos y dos repeticiones, en la segunda etapa se utilizó un diseño experimental DCA combinado entre provincias con 27 tratamientos y dos repeticiones, para determinar si existe diferencia significativa en el contenido de polifenoles totales y Flavan-3-ols dentro de cada provincia y entre provincias. El efecto de las medias por nivel de cada factor se evaluó mediante una prueba de Tuckey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cacao variedad CCN 51 procedente de las tres principales provincias productoras de la región Litoral del Ecuador, presentó contenidos de polifenoles totales que varía entre $38,12 \pm 8,61$ a $84,09 \pm 7,05$ mg de ácido gálico/g de cacao desengrasado. Estos resultados están dentro de los rangos reportados en estudios realizados por Wollgast y Anklam (2000), en los cuales se indica que el contenido de polifenoles solubles en

cacaos forasteros fermentados, secos y libres de grasa varía entre 5 a 10% (50 mg/g a 100 mg/g), y en granos de cacao criollos el contenido es 2/3 de esta concentración (33 a 66 mg/g aproximadamente). El contenido promedio de estos compuestos fitoquímicos por provincia decrece en el siguiente orden: Guayas>Manabí>Los Ríos, y el análisis estadístico (ANOVA) de los resultados determinó que existe diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) para el contenido de polifenoles totales entre las provincias y cantones de donde se tomaron las muestras, estos resultados confirman los estudios reportados por Carrillo et al. (2014), en donde se indica que existe un efecto significativo de la zona de producción sobre el contenido de este tipo de compuestos bioactivos.

El perfil de polifenoles de esta variedad de cacao, presenta mayores contenidos de (-) epicatequina ($2,57 \pm 1,20$ a $14,75 \pm 1,30$ mg/g), seguido de procianidinas B2 ($0,37 \pm 0,14$ a $6,91 \pm 0,22$ mg/g) y menores concentraciones de (+) catequina ($2,30 \pm 0,40$ a $3,02 \pm 0,27$ mg/g) y procianidina C1 ($0,87 \pm 0,28$ a $4,47 \pm 0,26$ mg/g), estos resultados son comparables con los reportados por Wollgast y Anklam (2000), en donde se indica que el cacao presenta altos contenidos de (-) epicatequina y menores contenidos de (+) catequina y procianidinas. El análisis estadístico (ANOVA) de los resultados permitió establecer que existe diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$), para el contenido de (-) epicatequina, (+) catequina y procianidina B2 y C1 entre provincias y cantones, estableciéndose que existe un efecto de la zona de producción sobre el contenido de estos compuestos fitoquímicos. De igual manera los datos obtenidos demostraron que cacaos de esta variedad cultivados en la zona de Guayas, presentan un perfil con mayores contenidos de este tipo de compuestos bioactivos con relación a las otras provincias en estudio.

CONCLUSIONES

El cacao variedad CCN 51 producido en el Ecuador presenta altos contenidos de compuestos antioxidantes tipo polifenoles, esta característica influye sobre su calidad sensorial, nutricional y funcional. El contenido de polifenoles y su perfil varía de acuerdo a la zona de producción, lo que permite discriminar zonas con perfiles específicos de este tipo de compuestos bioactivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, L. C., Londoño-Londoño, J., y Gil, A. (2014). Comparison of polyphenol, methylxanthines and antioxidant activity in *Theobroma cacao* beans from different cocoa-growing areas in Colombia. *Food Research International*, 60, 273-280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.019>
- Vargas Jentsch, P., Ciobota, V., Salinas, W., Kampe, B., Aponte, P. M., Rosch, P., Popp, J., y Ramos, L. A. (2015). Distinction of Ecuadorian varieties of fermented cocoa beans using Raman spectroscopy. *Food Chem*, 211, 274-280. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.017.
- Wollgast, J., y Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33(6), 423-447.

El enfoque del Metabolismo Social para el Análisis de la Sostenibilidad de la Producción de Alimentos en Ecuador

Lucía I Toledo¹; Xavier Oña¹; Carlos F Terneus^{1,2}

¹Escuela Politécnica Nacional, ²Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

E-mail: lucia.toledo@epn.edu.ec

Palabras clave: *Gestión tecnológica, MuSIASEM, sistemas agroalimentarios.*

Área temática: *Valor agregado, socioeconomía.*

INTRODUCCIÓN

Partiendo de la premisa que el escenario que se pronostica para el año 2050 es que la población mundial alcanzará los 9700 millones de habitantes, y que se considera que el mayor aumento se producirá en los países en desarrollo, se prevé que los alimentos deben aumentar en un 70% en relación a la producción actual. Por otro lado, Sumpsi (2012) sostiene que las predicciones maltusianas que manifiesta que la población aumentará y que el alimento posible de producir no será suficiente para el abastecimiento, aún no se han cumplido debido a dos fenómenos: a) las políticas demográficas para el control de la natalidad; y, b) la revolución tecnológica agraria que logró aumentar la producción y la productividad. En el Ecuador existen datos de los Censos Nacionales Agropecuarios que permiten visualizar que aparentemente las políticas agrarias de aumento de la frontera agrícola surtieron efecto; en 1954 la superficie cultivada era de 5'999700 ha, en 1974 de 7'955255 ha y en el 2000 de 12'355831 ha. Se convierte en una necesidad el estudio de las tecnologías agrarias utilizadas en el Ecuador para la producción de alimentos; al igual que la evaluación de impactos en su aplicación, bajo este concepto se considerará una de las alternativas para el análisis de la sostenibilidad, el enfoque de metabolismo social (Pastore et al, 2000); logrando identificar las restricciones que presentan los modelos predominantes. Es fundamental considerar que los Sistemas Agroalimentarios presentan relaciones de nexo entre agua – energía - suelo – alimentos (Giampietro, 2014).

Para resolver la pregunta de investigación ¿Cuáles son los modelos sostenibles de producción de alimentos en Ecuador desde el punto de vista del metabolismo social? se realizarán 4 actividades principales en el enfoque metodológico: 1) La descripción histórica y conceptualización de los métodos predominantes para la producción de alimentos, 2) comparaciones de efectos sociales, económicos y ambientales de las tecnologías agrarias seleccionadas, 3) identificación y análisis desde el enfoque de metabolismo social de cultivos de importancia económica en el Ecuador, y, 4) evaluación de impactos mediante la utilización de la metodología MuSIASEM, como una alternativa de contabilidad cuantitativa de recursos utilizados por los cultivos identificados a través de las cadenas agroproductivas de valor y suministro. Como resultado principal de la investigación se pretende obtener un marco teórico y práctico que brinde fundamentos a los actores para la toma de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro del metabolismo social, el Análisis Integrado Multiescala de la Sociedad (MuSIASEM) es un enfoque de desarrollo que integra la dimensión económica social

y ecológica; MuSIASEM estudia las relaciones sobre los componentes estructurales y funcionales de los sistemas socioecológicos que determinan los usos del agua, energía y los flujos de alimentos en un patrón metabólico completo. Sus creadores, Mayumi y Giampietro (2014) lo proponen como un esquema general de contabilidad energética, Giampietro y Bukkens (2015) complementan que es un enfoque transdisciplinario cuyo objetivo es verificar la viabilidad, la conveniencia y la viabilidad de los patrones metabólicos actuales y proyectados de sistemas o modelos como la sociedad, determinando la viabilidad y dominio de factibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se considerará al Estado Moderno como la organización base para la cual se trabajará con la finalidad de obtener un marco teórico y práctico para tomadores de decisiones, para la legitimización de la propuesta a través de políticas públicas, siendo ésta la alternativa para la modificación de la Sociedad Moderna hacia un desarrollo humano sostenible. A partir del marco conceptual, es posible inferir la posibilidad de análisis de las contradicciones existentes en las tecnologías agrarias relacionadas con la productividad y el ambiente con la finalidad de formular escenarios que fundamenten modelos sostenibles de producción de alimentos.

Desde la perspectiva de la Gestión Tecnológica, la investigación pretende analizar las tecnologías agrarias para la producción de alimentos que sean más representativas. Con esta finalidad serán evaluadas a partir de factores como uso de labores culturales que están representadas por conjuntos de técnicas, ambientales en relación a uso de recursos como agua y suelo, energía, relación y efecto en la sociedad, y la influencia en la economía. Para ello se centrará en el enfoque del metabolismo social a través de la metodología propuesta por MuSIASEM. A partir de los resultados obtenidos que se presentan en escenarios, es posible identificar modelos sostenibles de producción de alimentos; brindando un marco teórico y práctico para la formulación de políticas públicas que fomenten una nueva planificación agraria consolidada en beneficio del desarrollo humano sostenible.

Por un lado los conceptos de Economía Ecológica, Metabolismo Social y MuSIASEM; y por otro, el Sistema Agroalimentario (agua-suelo-energía-alimentos); permiten relacionar la tecnología con la organización y el entorno socioambiental, a partir de la sostenibilidad y la resiliencia; todos los conceptos enmarcados desde la visión de la Bioeconomía.

CONCLUSIONES

Como consideraciones finales del análisis realizado en el presente documento, considerando la relación existente entre el problema de investigación de la tesis y las teorías organizacionales se fundamenta en la utilización de los Estudios Críticos para identificar las contradicciones que se presenten en las tecnologías para la producción de alimentos desde un enfoque de la racionalidad instrumental; adicionalmente se considera a la Gestión Tecnológica como un eje transversal de análisis de los modelos de producción dentro del sistema agroalimentario como aporte tanto a la Soberanía y como a la Seguridad Alimentaria; a partir de la identificación de los conceptos sustanciales de la articulación propuesta, términos como: Bioeconomía, Economía Ecológica, Metabolismo Social, MuSIASEM, metabolismo exosomático y endosomático, sostenibilidad, resiliencia y

sistemas agroalimentarios (nexo: agua – energía – alimentos - suelo) presentan afinidad e influencia en la relación de la tecnología con la organización y el entorno socioambiental. Como aporte fundamental al bien común se consideran las propuestas de sostenibilidad de la producción en función del uso de los recursos considerando las actuales y futuras generaciones como un desarrollo humano sostenible. El aporte al país es la presentación de un marco teórico y práctico para que los tomadores de decisiones legitimasen a través de políticas públicas para la consecución de una nueva planificación agraria que permita la modificación de la estructura de la sociedad moderna. Como generación de nuevo conocimiento se presenta el análisis crítico de las contradicciones entre productividad y ambiente de la aplicación de los modelos de producción de alimentos

BIBLIOGRAFÍA

- Giampietro, M. (2014). The scientific basis of the narrative of societal and ecosystem metabolism. En M. Giampietro, R. Aspinall, J. Ramos, & S. Bukkens, *Resource Accounting for Sustainability. The nexus between energy, food, water and land use*.
- Giampietro, M., & Bukkens, S. (2015). Analogy between Sudoku and the multi-scale integrated analysis of societal metabolism. *Ecological Informatics*. doi:10.1016/j.ecoinf.2014.07.007
- Mayumi, K., & Giampietro, M. (2014). Proposing a general energy accounting scheme with indicators for responsible development: Beyond monism. *Ecological Indicators*. doi:10.1016/j.ecolind.2014.06.033
- Pastore, G., Giampietro, M., & Mayumi, K. (2000). Societal metabolism and multiple-scale integrated assesment: Empirical validation and examples of application. *Population and Environment*. doi:10.1023/A:1026695724208
- Sumpsi, J. (2012). Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050. *Tiempo de Paz*. Obtenido de: https://scholar.google.es/scholar?start=20&q=poblacion+mundial+2050&hl=es&as_sdt=0,5

Evaluación de las Propiedades Nutricionales y Factores de Calidad del Aceite de Maíz (*Zea mays* L.)

*Clara E Villacrés¹, Victoria B Mayorga^{1,2}, Mayra L Paredes²,
María B Quelal¹, Carlos F Yáñez¹*

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

²Universidad Técnica de Ambato. Carrera de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato, Ecuador.

E-mail: elena.villacres@iniap.gob.ec

Palabras clave: Ácidos grasos, índice de peróxido, tocoferoles.

Área temática: Nutrición humana.

INTRODUCCIÓN

El aceite de maíz, es un subproducto de la molienda del grano, el cual proviene de una planta de la familia de las gramíneas, (Durán et al., 2015). Ecuador es el tercer país en cuanto a diversidad de cultivo de maíz, ya que el 18% de las colecciones de este grano en el Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) provienen de nuestro país, (Bravo, 2009). Las partes del grano difieren en su composición química. El porcentaje de aceite en peso, oscila entre 3,1 a 5,7%; en el germen se localiza un 83 % del contenido graso. Estudios recientes destacan que el aceite de maíz tiene efectos benéficos similares al aceite de oliva, sobre los niveles de colesterol en sangre, propiedad importante, considerando que el consumo de aceite de origen vegetal se ha incrementado en las últimas décadas, y constituye una parte importante de la dieta humana en todo el mundo (FAO/OMS, 1997). El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades nutricionales y los factores de calidad para el consumo, del aceite de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con los siguientes cultivares, proporcionados por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina: Variedades (INIAP-601, INIAP-199, INIAP-124, Sangre de Cristo), accesión (CDE-050). El aceite se obtuvo por extracción continua con hexano a 60-70°C, en un equipo Soxhlet (Graso, 2013).

El perfil de ácidos grasos y tocoferoles, se determinó por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), según los métodos AOCS (Ce 3-74, Ce 1h05, Ce 8-89). Los índices de peróxidos, acidez y saponificación, se determinaron por volumetría. El contenido de materia insaponificable, se evaluó por el método del éter etílico, según el método Nro. 2.401, IUPAC, (1999) y el índice de yodo por el método de Wijs, (Madrid et al., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que el aceite de maíz es rico en ácidos grasos de cadena larga (14-20 carbonos) de tipo insaturado, con 34,83% de ácido oleico; 48,61% de ácido linoleico (ω -6) y 1,23% de ácido linolénico (ω -3) para INIAP-124. La variedad Sangre de Cristo presentó 33,42% de ácido oleico, 50,65% de ácido linoleico y 1,25% de ácido linolénico. En INIAP-199 se registró, 32,52% de ácido oleico, 50,25% de ácido linoleico y 1,29% de ácido linolénico, este último valor es inferior a los determinados en los aceites de soya

(6,49%) y linaza (4,49%). Un perfil semejante se registró para el aceite de CDE-050 con 32,52% de ácido oleico, 49,78% ácido linoleico; 1,19% ácido linolenico.

Entre los ácidos grasos saturados, los de mayor concentración en el aceite de maíz fueron los ácidos palmítico y esteárico. La accesión CDE-050 presentó el mayor contenido de palmítico (13,49%), seguido por INIAP-199 (13,037%) e INIAP-124 (12,42%). Estos valores son similares al aceite de soya y duplican la concentración del aceite de linaza. En general, la composición de ácidos grasos del maíz, corresponde a la de un aceite comestible normal y cumple con la normatividad establecida por el Codex Alimentarius, por lo que puede utilizarse en forma cotidiana en la alimentación humana (Montiel *et al.*, 2007).

Con relación a los tocoferoles con propiedades antioxidantes, la accesión CDE-050 presentó una mayor concentración de α -tocoferol (109,5 ppm) y α -tocotrienol (114,7 ppm), mientras que en INIAP-199 sobresalieron el β -tocoferol y δ -tocotrienol (10,4 ppm); en INIAP-124 se destacó el γ -tocoferol (720,4 ppm) y el δ -tocoferol. Un menor índice de peróxido (1,31 y 1,82 mEq/kg) y por tanto mayor capacidad antioxidante, presentaron los aceites de Sangre de Cristo e INIAP-199. A este resultado, posiblemente contribuyó su mayor contenido de tocoferoles. El índice de acidez (4mg KOH/g), indica que el aceite procede de granos sanos, procesados en óptimas condiciones y se enmarca en los estándares establecidos en la Norma Codex, (Madrid *et al.*, 2007). El Índice de saponificación varió según lo establecido en la norma INEN 40, de 185 a 188 mg KOH/g. Mientras que el rango de variación del índice de yodo (111,34-121,83), muestra que el aceite de maíz es de tipo “semisecante”, con menor grado de insaturación que el aceite de soya y mayor estabilidad en el almacenamiento. El contenido de material insaponificable (1,46-1,66%), superó al aceite de soya (0,33%), posiblemente debido a una menor refinación y desodorización.

CONCLUSIONES

El contenido graso del aceite de maíz cubre las recomendaciones de grasa monoinsaturada. Su contenido en poliinsaturados en forma de linoleico (ω -6) y linolénico (ω -3), asegura un aporte suficiente para evitar estados carenciales, y el equilibrio entre ácidos grasos insaturados es similar al aceite de soya. La presencia de α - β y δ -Tocoferol confieren al aceite de maíz un importante valor nutricional y funcional, ya que estos componentes desarrollan importantes actividades biológicas y pueden tener efectos hipolipemiantes, antiaterogénicos y antiinflamatorios. Además protegen al aceite de procesos de autooxidación y enranciamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- American Oil Chemists' Society (AOCS). (2017). Official Method, Ce 3-74, Ce 1h05, Ce 8-89. Disponible en: <https://www.aocs.org/attain-lab-ervices/methods/methods/method-detail?productId=111777>. (Mayo 2017).
Boulder, Urbana. Bernardi, L. (1986). Perfil del aceite de maíz. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/granos/_archivos/000061_Informes/899990_Perfil%20del%20Aceite%20de%20Ma%C3%ADz.pdf. (Marzo, 2018). Argentina (pp. 85-96).

-
-
- Bravo, A.L., y M.L. Torres (director). (2009). Caracterización morfológica y molecular de accesiones de maíz negro (*Zea mays* L.) mediante Análisis de Secuencias Simples Repetidas. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera en Procesos Biotecnológicos. Quito, Ecuador (54p.).
- Durán, S., S. Torres., y J. Sanhueza. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutr Hosp.* 2015; 32(1) ,11-19.
- Graso, F. (2013). Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna. Universidad Nacional de La Plata, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, La Plata, Argentina. 177p.
- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). (1999). Section 2: Oils and Fats.(pp. 221-227). Dieffenbacher, A. y W.D. Pocklington (eds). *En: Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives.* Blackwell Scientific Publications. 1st supplement to the 7th Revised and Enlarged Edition. London Edinburgh Boston (602 p.).
- Madrid, A., Cenzano, I., Vicente, M.(2007). Indices de calidad de los aceites vegetales.(pp.145-186). *En: Mundi-Prensa Libros, S.A (eds.), Manual de aceites y grasas comestibles.* Edición: 1ª ed., 1ª imp. (1 de enero de 1997). Madrid, España (110 p.).
- Montiel, E. y A. Suarez. (2007). Maíz.- Ácidos grasos. Instituto Nacional de Nutrición. Publicación N° 52. Serie Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela. Pp. 10-25.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS).(1997). Selección de usos de las grasas y de los aceites en la alimentación. Disponible en: Grasas y aceites en la nutrición humana. <http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s00.htm>.(Febrero 2018). Roma. p (1-4).

Análisis de los Principios Activos de Fruto y Células Madre de la Especie *Solanum baretiae* Tepe

Jessica A Sánchez¹, Blanca B Naranjo¹, Claudia Segovia¹, Mónica B Jadán¹

¹Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí.
E-mail: jasanchez2@espe.edu.ec, jessicasanchezalban@gmail.com

Palabras clave: Endémico, callo vegetal y tamizaje fitoquímico.
Área temática: Valor agregado y nutrición.

INTRODUCCIÓN

La disminución del conocimiento de plantas útiles en el Ecuador por falta de transmisión de información a las siguientes generaciones indígenas y mestizas se ha vuelto muy común en la actualidad (De la Torre *et al.*, 2008) y como resultado se ha cambiado la identidad cultural alimentaria del país por el mercado global (Leyva & Pérez, 2015).

La *Solanum baretiae* Tepe es una planta endémica de la provincia de Bolívar en el Ecuador, usada para elaborar un cuajo casero mediante la fermentación de sus frutos. El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento científico sobre los principios activos del fruto y el callo que son las células madre vegetales, para determinar un potencial uso en la industria alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Introducción del explante *in vitro*

Se probó seis métodos de desinfección para el fruto, y se evaluó contaminación y oxidación después de 7 d de siembra. Posteriormente con el mejor tratamiento de desinfección se aplicó seis tratamientos a los explantes para inducir callogénesis, de los cuales se eligió el que presentó mayor porcentaje de formación de células madre vegetales.

Análisis fitoquímico

Se realizó un tamizaje fitoquímico para determinar la presencia de compuestos activos implicados en la coagulación de la caseína de la leche, se empleó la extracción sucesiva con solventes de polaridad ascendente, con el uso de hexano, cloroformo y metanol).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor protocolo de desinfección fue con: 1% p/v de detergente, 0.2% v/v fungicida skul-27 y 2% v/v de hipoclorito de sodio, cada uno por 5 min, seguido por alcohol al 70%, durante 30 s (Figura 1).

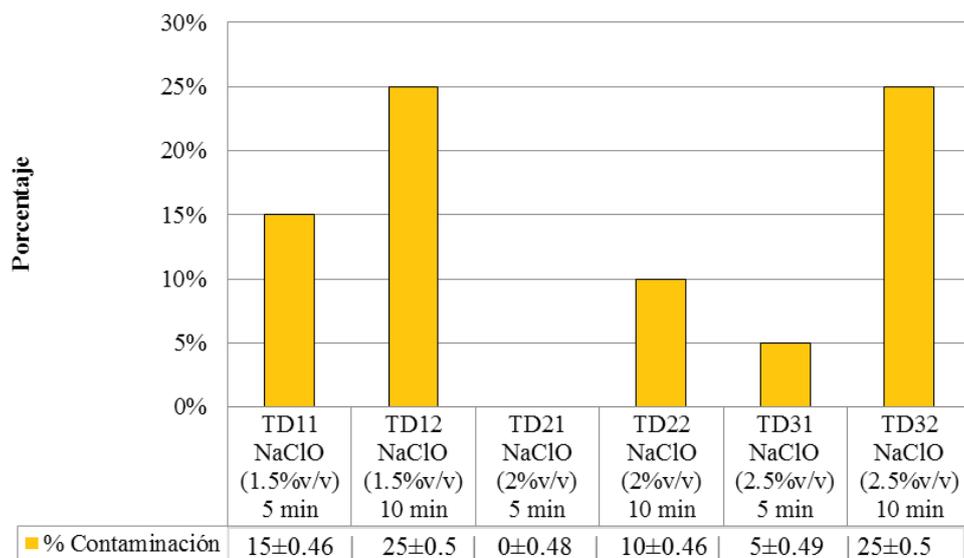


Fig. 1. Porcentaje de Contaminación de los tratamientos de desinfección.

El mayor porcentaje de desdiferenciación celular a partir de fruto en estado verde con el índice de madurez de 0.30 ± 0.03 , se obtuvo en el medio de cultivo sólido con sales de Murashine y Skoog (MS) suplementado con $3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de sucrosa, $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ BAP y 2 mg L^{-1} ANA (Figura 2).

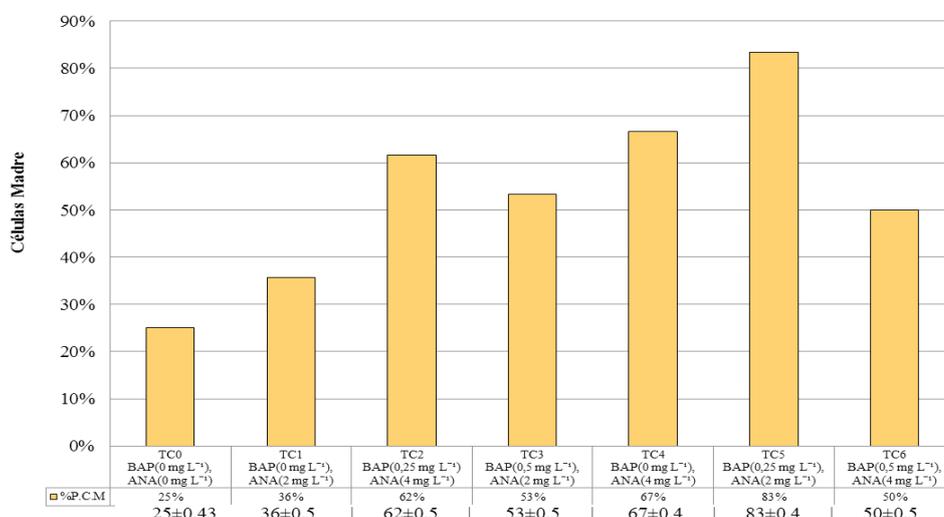


Fig. 2. Porcentaje de formación de células madre en los tratamientos que varían la concentración de dos hormonas BAP y ANA.

El resultado del tamizaje fitoquímico determinó la abundante producción de taninos en el fruto y el callo, cuya importancia respecto al uso del fruto como un cuajo vegetal radica en que los taninos sirven para la precipitación de la caseína de la leche formando complejos solubles e insolubles, en presencia de un pH adecuado (Mohamed et al., 2015). Además los taninos tienen propiedades antimicrobianas que pueden inhibir el crecimiento de *Cladosporium cladosporioides*, presente en la leche antes de elaborar el queso (Messini et al., 2017), cuando no existe un buen manejo.

CONCLUSIONES

El fruto completo, la pulpa, las semillas y las células madres de *S. baretiae* T según el tamizaje fitoquímico, demuestra la presencia cualitativa en diferente intensidad de principios activos (alcaloides, flavonoides, carbohidratos, taninos, esteroides, fenoles y proteínas), esto se evidencia sobre todo cuando se aplica un solvente polar como el metanol, para realizar el extracto; entre los principios activos mayormente implicados en la elaboración de queso están los taninos porque son los responsables de precipitar proteasas en el extracto y caseína de la leche.

BIBLIOGRAFÍA

- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M., & Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. Quito.
- Leyva, D., & Pérez, A. (2015). Pérdida de las raíces culinarias por la transformación en la cultura alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- Messini, A., Buccioni, A., Minieri, S., Mannelli, F., Mugnai, L., Comparini, C., Rapaccini, S. (2017). Effect of chestnut tannin extract (*Castanea sativa* Miller) on the proliferation of *Cladosporium cladosporioides* on sheep cheese rind during the ripening. *ELSEVIER International Dairy Journal*, 6-12.
- Mohamed, H., Mohammed, T., Shaker, N., Abd-Elaziz, A., Mohamed, Z., & Amarowicz, R. (2015). Interaction between some plants tannins and milk protein. *IJFANS International Journal of Food and Nutritional sciences*.

Tratamiento con Irradiación Gamma Para Extender la Vida Útil de Tubérculos y Bulbos

Francisco X Salgado¹, Erika T Ruiz, Eddy P Anguisaca,
Jenny M Ávila², Marco V Sinche¹

¹Departamento de Ciencias Nucleares, Escuela Politécnica Nacional.

²Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Escuela Politécnica Nacional.

E-mail: marco.sinche@epn.edu.ec

Palabras clave: Inhibición de brotes, post-cosecha, radiaciones ionizantes.

Área temática: Valor agregado, nutrición humana y animal.

INTRODUCCIÓN

La irradiación de alimentos comprende la exposición de un producto a radiaciones ionizantes, con el fin de mantener su calidad e inocuidad, gracias a una acción física, química y biológica. La IAEA (2015) sugiere dosis entre 0,1 y 1 kGy para la inhibición de brotes y el retraso en la maduración de bulbos y tubérculos.

La cebolla perla (*Allium cepa* L.) y la papa chaucha amarilla (*Solanum phureja*) son cultivos con potencial de exportación para el Ecuador, gracias a sus propiedades nutricionales, organolépticas y funcionales; sin embargo, su tiempo de vida poscosecha 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 la pertinencia del tratamiento post-cosecha con irradiación gamma para alargar la vida útil de cebolla perla y de papa chaucha amarilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó cebolla perla de la variedad “Campo Lindo”, de la provincia de Manabí, cosechada en estado de madurez comercial. En la mitad de las cebollas, se realizó el curado *in situ*, durante una semana. En las otras, se realizó el corte de raíces y hojas, una clasificación, selección y empaçado en sacos de nylon de 25 kg.

La papa chaucha amarilla utilizada fue de Grado 3, según la Norma NTN INEN 1516 (INEN, 2012), de la Provincia de Cotopaxi. Luego de la cosecha, fue seleccionada, lavada y empaçada en sacos de nylon de 1 kg.

La irradiación se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Radiaciones de la Escuela Politécnica Nacional. Las dosis estudiadas fueron alcanzadas al variar el tiempo de exposición de los productos a los rayos gamma generados por una fuente de ⁶⁰Co.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La irradiación de cebollas curadas, con una dosis de 50 Gy y almacenamiento refrigerado permitió obtener un tiempo de vida útil de 135 días, con valores de brotación externa de 12,5%; brotación interna 0,15%; pudrición 0%; pérdida de peso 8,86%; firmeza 37,72 N,

pérdida de hojas secas 5,51% y apariencia general A. En las muestras control, el tiempo de vida útil fue 75 días.

En la papa, la muestra control presentó una pérdida de peso de 23,7%, pérdida de firmeza de 20,9% y aparecimiento de brotes a los 6 días de almacenamiento. El tratamiento químico con 30 mg de CIPC/kg y 5D tuvo valores de 16,4%, 21% y aparecimiento de brotes a los 25 días. Con la irradiación con dosis de 120 Gy y 5D, se obtuvo una pérdida de peso de 16,5 %, pérdida de firmeza de 17,2% y cero brotes luego de 40 días de almacenamiento.

No se encontraron diferencias significativas en las características de calidad nutricional y organoléptica entre las muestras control y las tratadas con irradiación a la mejor dosis.

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados sugieren que la irradiación de cebolla perla y papa chaucha amarilla, con las dosis seleccionadas experimentalmente, permitirían incrementar sus tiempos de vida útil, sin afectar negativamente sus propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- IAEA. (2015). Manual of Good Practice in Food Irradiation: Sanitary, Phytosanitary and Other Applications. Recuperado de:
<https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs481web-98290059.pdf>
(Consulta el 30 de abril de 2017). Viena, Austria. 104 p.
- INEN. (2012). NTE INEN 1516:2012. Hortalizas frescas. Papas. Requisitos. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_1516.pdf (Consulta el 20 de marzo de 2017). Quito, Ecuador. 8 p.

Proyecto *Moringa* en Ecuador: un Componente, Investigación Multidisciplinaria

Andrea C Landazuri¹

¹Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingenierías - Grupo de Ingeniería, Ciencias Aplicadas y Simulación (GICAS), Quito, Ecuador.
E-mail: alandazuri@usfq.edu.ec

Palabras clave: *Moringa oleifera* Lam., tratamiento de aguas, reología.
Área temática: Valor agregado y nutrición.

INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* Lam. presenta varias características que la convierten en una planta para diversos usos relacionados con la remediación ambiental, desarrollo de productos cosméticos, farmacéuticos, alimenticios, entre otros. Investigaciones con las distintas partes de la planta y especialmente sus semillas, son ejecutadas dentro de un marco multidisciplinario en la Universidad San Francisco de Quito. El Proyecto *Moringa* contempla varias áreas de las Ciencias e Ingenierías con tres fines principales, enmarcados dentro de un enfoque de ciencia e ingeniería sustentable: *i.* promover el uso de *Moringa oleifera* Lam., disponible en el Ecuador, como biomaterial con aportes reológicos; *ii.* aprovechar los residuos generados durante procesos de extracción de aceite de moringa y o producción de almendras para su utilización en procesos de recuperación de agua, *iii.* desarrollar productos cosméticos y alimenticios.

En Ecuador existen plantaciones de moringa en Santa Elena y en Pedernales. Su uso se basa en aplicaciones medicinales y dietéticas (Landázuri, Cahuasqui, & Lagos, 2018), principalmente. Las hojas, semillas y vainas se caracterizan por tener propiedades adsorbentes, coagulantes, floculantes y filtrantes (Landázuri et al., 2017; Madrona et al., 2017; Neogi, 2017; Núñez, Pico, Landázuri, & Caviedes, 2018). En el ámbito ambiental, el proyecto contempla estudios de: remoción de metales y compuestos orgánicos emergentes, procesos de coagulación-floculación, y filtración. Algunas variedades de moringa se han convertido en alternativas versus reactivos comúnmente utilizados para el tratamiento de agua potable y residual (García-Fayos, Arnal, & Alandia, 2012; Matouq, Jildeh, Qtaishat, Hindiye, & Al Syouf, 2015; Núñez et al., 2018) las cuales se ha probado son más caras que adsorbentes naturales (Araújo et al., 2010). Además, estudios consideran que el sulfato de aluminio es un agente sospechoso y posible causante de trastornos neurológicos como la enfermedad de Alzheimer y demencia senil.

Esta planta posee alto contenido nutricional y aporta características reológicas a los fluidos. Estudios de Álvarez et al. (Alvarez, Garrido, Ramírez, & Landázuri, 2017) reportan que el contenido de proteína del polvo de hojas secas de moringa, fue 29.46 g/100 g de muestra, y del polvo de semilla de 48.28 g/ 100 g de muestra, superando dichos valores presentes en alimentos como la soya, quinua y fréjol; y, superando además a los valores de la carne de vacuno y ave. Por otro lado, el contenido de carbohidratos totales en el polvo de hojas secas fue menor al de productos como la quinua, fréjol, maíz, arroz y trigo (Kozioł, 1992); mientras que el contenido de fibra cruda son comparables a los encontrados en alimentos como la avena, pan, pastas integrales y lentejas cocidas (Elmadfa & Meyer, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diversos métodos de diseño experimental, análisis y de cuantificación han sido utilizados tanto en los estudios ambientales y enmarcados dentro de la ingeniería de alimentos y pueden ser encontrados en otros estudios (Landázuri et al., 2018; Núñez et al., 2018; Paz, Landázuri, & Vernaza, 2018; Trávez, Landázuri, Rojas, & Alvarez, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios efectuados por GICAS (Núñez et al., 2018) reportan una reducción del 54% de la DQO de tres cuerpos de agua analizados, más del 80% en turbidez y más del 90% en remoción de *E. Coli*, durante experimentos de coagulación y floculación para el tratamiento de efluentes. Este proceso no requiere adición de químicos. En lo referente a metales, alrededor de 90% de plomo presente en agua artificial es adsorbido por las semillas de *Moringa oleifera*, mientras que Cadmio ha sido removido en un 60% del agua (Lagos & Landázuri, 2016); asimismo, se ha evidenciado la actividad adsorbente durante la remoción de níquel, cobre, y cromo (Landázuri et al., 2018) con porcentajes de disminución de 50, 40 y 25%, respectivamente. En el tema de contaminantes emergentes, la actividad coagulante-floculante del extracto proteico proveniente de las semillas logra remover cafeína presente en agua, obteniendo valores de remoción alrededor del 65% cuando la concentración inicial de cafeína es de 5 ppm (Trávez et al., 2018).

Dentro de los Fenómenos de Transporte de Momento, uno de los intereses es el transporte de fluidos no newtonianos. El estudio de (Paz et al., 2018) evalúa el comportamiento de la viscosidad de formulaciones a base de cereal con semillas de *Moringa oleifera* sin contenido de aceite y grasa en función de temperatura, concentración y esfuerzos cortantes. A través de estos resultados es posible comprobar las características de estas formulaciones aparentemente no newtonianas, los parámetros influyentes para su comportamiento y la optimización de los procesos de transporte de los mismos. Al mismo tiempo, este estudio propone un producto alimenticio novedoso teniendo como valor agregado las propiedades benéficas de la *Moringa oleifera* Lam.

CONCLUSIONES

La *Moringa oleifera* Lam., disponible en el Ecuador muestra versatilidad para remover contaminantes del agua, aumentar el poder nutricional de alimentos, modificar reológicamente distintos productos, ejercer acción antibacterial, y es un material natural que puede ser aún más aprovechado como biomaterial sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A., Garrido, J., Ramírez, L., & Landázuri, A. C. (2017). Valor nutricional de la *Moringa oleifera*. Mito o Realidad. *En Preparación*.
- Araújo, C. S. T., Alves, V. N., Rezende, H. C., Almeida, I. L. S., De Assunção, R. M. N., Tarley, C. R. T., Coelho, N. M. M. (2010). Characterization and use of *Moringa oleifera* seeds as biosorbent for removing metal ions from aqueous effluents. *Water Science and Technology*, 62(9), 2198–2203. <https://doi.org/10.2166/wst.2010.419>

-
-
- Elmadfa, I., & Meyer, A. (2015). *Tabla de contenido de Fibra de los alimentos*. Hispano Europea.
- García-Fayos, B., Arnal, J., & Alandia, S. (2012). Estudio de la descontaminación de efluentes líquidos con elevadas concentraciones de metales pesados (pp. 1098–1108). Valencia: XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.
- Kozioł, M. J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1), 35–68. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(92\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6)
- Lagos, A., & Landázuri, A. C. (2016). Adsorción de cadmio , hierro y plomo en agua artificial utilizando Moringa oleifera Lam . Andrés Sebastián Lagos Estrella Andrés Sebastián Lagos Estrella. *Proyecto de Titulación de Pregrado. Ingeniería Química, USFQ*.
- Landázuri, A. C., Cahuasqui, J., & Lagos, A. (2018). Metal adsorption in aqueous media using Moringa oleifera Lam. seeds produced in Ecuador as an alternative method for water treatment. *Accepted for Publication in Avances En Ciencias E Ingenierías, USFQ*.
- Landázuri, A. C., Lagos, A. S., Pico, M. M., Nuñez, E. R., Trávez, A. L., Troya, M. F., Vargas-Vallejo, M. Caviedes, M. (2017). Ewb-Ecuador/Usfq Project: Contaminant Removal from Effluents through the Use of Moringa Oleifera Seeds for Application in Ecuadorian Rural Communities. In *2017 AIChE Annual Meeting*. Minneapolis, MN.
- Madrona, G. S., Scapim, M. R. S., Tonon, L. A. C., Reis, M. H. M., Paraiso, C. M., & Bergamasco, R. (2017). Use of Moringa oleifera in a combined coagulation-filtration process for water treatment. *Chemical Engineering Transactions*, 57(2011). <https://doi.org/10.3303/CET1757200>
- Matouq, M., Jildeh, N., Qtaishat, M., Hindiyeh, M., & Al Syouf, M. Q. (2015). The adsorption kinetics and modeling for heavy metals removal from wastewater by Moringa pods. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(2), 775–784. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.03.027>
- Neogi, M. C. and S. (2017). A natural coagulant protein from Moringa oleifera : isolation, characterization, and potential use for water treatment. *Materials Research Express*, 4(10), 105502. Retrieved from <http://stacks.iop.org/2053-1591/4/i=10/a=105502>
- Núñez, E., Pico, M., Landázuri, A. C., & Caviedes, M. (2018). Experimental design evaluation of optimum particle size range and dosage effects of crushed Moringa oleifera Lam. seeds during coagulation-flocculation processes. *To Be Submitted to Water Research*.
- Paz, R., Landázuri, A. C., & Vernaza, G. (2018). Use of Moringa oleifera Lam. for the development of food products based on cereals: Application of momentum transport and rheology. *To Be Submitted to Journal of Food Engineering*.
- Trávez, A. L., Landázuri, A. C., Rojas, M. R., & Alvarez, J. F. (2018). Caffeine removal from artificial water through fenton processes and Moringa oleifera Lam. seed extracts.

Ingeniería de un Sistema de Enfriamiento

José Bolaños¹, María J. Dávila¹, Paula Granja¹,
María J. López¹, F.E. Carvajal-Larenas^{1,*}

¹Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería en Alimentos, Quito, Ecuador.

E-mail: fcarvajal@usfq.edu.ec

Palabras clave: Pasteurización, enfriamiento, alimentos.

Área temática: Valor agregado y nutrición.

INTRODUCCIÓN

El enfriamiento es la tercera y última etapa de la pasteurización, posterior a la etapa de regeneración donde un alimento líquido sale a una temperatura de alrededor de 23,25°C. En el enfriamiento se pretende reducir la temperatura de manera casi instantánea a un valor final de 4,5°C, temperatura de conservación que evita el crecimiento bacteriano sin alterar su composición y calidad (Freire, 2010).

La variación de temperatura y la transferencia de calor juegan un papel importante en el enfriamiento debido a que es necesario el intercambio de energía para que se disminuya la temperatura del fluido; por lo cual este proceso se lo realiza en un medio más frío, el cual puede constituirse de agua, hielo, solución de salmuera o solución de alcohol (Tetrapak, 2018).

METODOLOGÍA

A continuación, se presentan las ecuaciones requeridas para el diseño del equipo de enfriamiento:

Cálculo Energía necesaria para el enfriamiento:

$$\frac{dQ}{dt} = m C_p \Delta T \frac{dQ}{dt} = m C_p \Delta T \quad [1]$$

Cálculo de la temperatura de enfriamiento:

$$\Delta T = \frac{\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2}{\ln\left[\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}\right]} \Delta T = \frac{\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2}{\ln\left[\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}\right]} \quad [2]$$

Cálculo del área de enfriamiento:

$$A = \frac{\frac{dQ}{dt}}{U \Delta T} A = \frac{\frac{dQ}{dt}}{U \Delta T} \quad [3]$$

Donde dQ/dt = velocidad de transferencia de calor, m = flujo másico del fluido, C_p = calor específico, U = coeficiente global de transferencia de calor, A es el área de transferencia y ΔT es la variación logarítmica de temperatura entre $\Delta\theta_1$ (la mayor diferencia de temperatura entre los fluidos entrantes y salientes); y $\Delta\theta_2$ la menor diferencia.

Cálculo de longitud de tubería

Para determinar la longitud (L) del tubo se utilizó el área (A) calculada y el diámetro de 3/8".

$$L = \frac{A}{\pi \times d} L = \frac{A}{\pi \times d} \quad [4]$$

Cálculo Diámetro de enroscamiento

$$D = \frac{L}{\pi \times n} D = \frac{L}{\pi \times n} \quad [5]$$

Donde n es el número de vueltas deseadas

Cálculo del Número de Reynolds:

$$\#RE = \frac{\rho v D}{\mu} \#RE = \frac{\rho v D}{\mu} \quad [6]$$

Donde, ρ = densidad, v = velocidad inicial (ms^{-1}),

D= diámetro tubería, μ = viscosidad

Cálculo de pérdidas de fricción por accesorios:

$$dEf = dm * \frac{4 f dv^2}{2} * \frac{dL}{dD} dEf = dm * \frac{4 f dv^2}{2} * \frac{dL}{dD} \quad [7]$$

Donde, dm=diferencial de masa (Kg), f= coeficiente de fricción, dv= diferencial de velocidad (m/s), $EfEf$ = pérdidas de fricción por accesorio, dL = diferencial de longitud, dD= diferencial del diámetro de la tubería.

Cálculo de la Potencia de la bomba:

$$dEc = dm(gdh + \frac{1}{2}dv^2) + dEf dEc = dm(gdh + \frac{1}{2}dv^2) + dEf \quad [8]$$

Donde, dm= diferencial de la masa (Kg), g= gravedad (ms^{-2}), y dh = diferencial de la altura, dv= diferencial de la velocidad (ms^{-1}), $EfEf$ = pérdidas de fricción por accesorio.

Para el cálculo del área de transferencia se emplearon las ecuaciones 1, 2 y 3. Para la longitud de la tubería y el diámetro de enroscamiento de esta se utilizaron las ecuaciones 4 y 5. Para determinar la potencia necesaria se aplicaron las ecuaciones 6, 7 y 8. Se tomó en cuenta las propiedades de la leche entera Cp de $3900 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ y valores experimentales (determinados anteriormente) de la temperatura logarítmica de $8,06^\circ\text{C}$ y un coeficiente global de transferencia de $150 \text{ W/m}^2\text{m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las condiciones expuestas anteriormente el número de vueltas utilizadas fue de 12, el caudal volumétrico 30 Lh^{-1} y la potencia requerida de 0.1HP . La temperatura inicial a la que ingresó el fluido fue $23,25^\circ\text{C}$ y se enfrió hasta $4,5^\circ\text{C}$. Esta transferencia de calor se da en el equipo de enfriamiento por convección y conducción. Por convección

dado que el fluido circula por el serpentín forzadamente y por conducción ya que el tubo se encuentra sumergido en agua que se mantiene a una temperatura constante (Pérez y Sosa. 2013). Además, es importante tener en cuenta el tipo de material que se requiere para realizar un intercambiador de calor de modo que se preserven las características organolépticas del fluido. En la industria alimenticia el material más empleado para la fabricación de varios equipos es el acero inoxidable. Este metal se utiliza gracias a su alta resistividad a la corrosión, es óptimo para mantener la limpieza e higiene (Castañeda, 2010). Cabe recalcar que el proceso de enfriamiento es vital para mantener y alargar la vida de anaquel de un producto alimenticio (Tetra Pak, 2018). El proceso de enfriamiento genera daño en una parte de la población de los microorganismos ya que el choque térmico causa daños en los lípidos de la membrana celular creando poros hidrofílicos a través de los cuales se filtran los líquidos citoplasmáticos, además de daño del ADN (Adams, Moss, & McClure, 2016). Moss y Adams (2016) mencionan que una de las características más importantes de este cambio de temperatura deben ser la velocidad y el diferencial de temperatura que en este caso fue de 23,25°C a 4,5°C, lo que no permite que proliferen las bacterias que sobrevivieron al tratamiento térmico (Wolffe, 1995).

CONCLUSIONES

Dentro del tratamiento de enfriamiento en la pasteurización, existen dos variables que son indispensables para que este proceso sea eficaz. Una de ellas es las dimensiones del tubo. La segunda variable es el control de las temperaturas y el aislamiento adecuado debido a posibles pérdidas de calor que podrían alterar la temperatura final del fluido.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M., Moss, M., & McClure, P. (2016). *Food Microbiology*. Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry.
- Castañeda, E. (2010). Diseño higiénico del equipo de procesado de alimentos, *Real Academia Nacional de Farmacia* 402: 303-383. Recuperado de <http://analesranf.com/index.php/mono/article/view/1114/1131>
- Freire, L. F. (2010). Estudio de la pasteurización de la leche AMBALAC y su aceptabilidad en el mercado nacional. Tesis para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos Recuperado el 27 de mayo del 2018 de <https://goo.gl/26SpWz>
- Pérez, M. E., y M. E. Sosa. (2013). Mecanismos de Transferencia de Calor que ocurren en Tratamientos Térmicos de Alimentos. Universidad de las Américas Departamento de Ingeniería en Alimentos. Puebla, México. 47p. Recuperado el 27 de mayo del 2018 de <https://goo.gl/m7sWtq>
- Tetra Pak. (2018.). *Dairy Processing Handbook*. Recuperado el 27 de Mayo de 2018, de Heat Exchangers: <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/heat-exchangers>
- Wolffe, A. (1995). The cold-shock response in bacteria. *EUROPE PMC*, 78(4), 301 - 310. Recuperado el 27 de Mayo de 2018, de <http://europepmc.org/abstract/med/8850997>

Ingeniería de un Sistema de Recuperación de Energía

C. Yagual¹, N. Martínez¹, V. Herdoíza¹, C. Reyes¹,
M. Chuquimarca¹, F.E. Carvajal-Larenas^{1,2}

¹Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Ingeniería en Alimentos, Quito, Ecuador.

E-mail: fcarvajal@usfq.edu.ec

Palabras clave: Pasteurización, recuperación, energía, alimentos.

Área temática: Valor agregado y nutrición.

INTRODUCCIÓN

La pasteurización es la aplicación de calor para eliminar microorganismos patógenos en un alimento líquido como la leche (International Dairy Foods Association, 2008). Para evitar la pérdida de energías dentro del pasteurizador es necesario colocar un sistema de regeneración que permita la recuperación de esa energía. El sistema de contraflujo regenerativo es usado comúnmente para tal fin. Dentro del sistema de contraflujo el fluido de alta temperatura de salida cede el calor (energía interna) al fluido de baja temperatura entrante (Jaramillo, 2007). En el presente trabajo se estudió la ingeniería de la regeneración utilizando un sistema tubular.

METODOLOGÍA

La ingeniería del equipo deseado, se obtuvo por resolución de las ecuaciones a continuación señaladas:

Cálculo Energía necesaria para la pasteurización:

$$\frac{dQ}{dt} = m C_p \Delta T \frac{dQ}{dt} = m C_p \Delta T [1]$$

Donde $\frac{dQ}{dt}$ es la velocidad de transferencia de calor, m es el flujo másico del fluido, C_p es el calor específico y ΔT es la diferencia simple de temperaturas entre el fluido caliente y frío

Cálculo de la temperatura de regeneración:

$$\Delta T = \frac{\frac{dQ}{dt}}{m C_p} \Delta T = \frac{\frac{dQ}{dt}}{m C_p} [2]$$

$$\Delta T = T_F - T_i \quad \Delta T = T_F - T_i [3]$$

Cálculo del área de la regeneración:

$$A = \frac{\frac{dQ}{dt}}{U \Delta T} \quad A = \frac{\frac{dQ}{dt}}{U \Delta T} [4]$$

Donde A es el área de regeneración, $\frac{dQ}{dt}$ es la velocidad de transferencia de calor, U es el coeficiente global de transferencia de calor y ΔT es la diferencia simple de temperaturas entre el fluido caliente y frío

Cálculo de longitud de tubería

Para determinar la longitud (L) del tubo se utilizó el área (A) calculada y el diámetro de 3/8".

$$L = \frac{A}{\pi \times d} \quad L = \frac{A}{\pi \times d} \quad [5]$$

Cálculo Diámetro de enroscamiento

$$D = \frac{L}{\pi \times n} \quad D = \frac{L}{\pi \times n} \quad [6]$$

Donde n es el número de vueltas deseadas

Cálculo del Número de Reynolds

$$\#RE = \frac{\rho v D}{\mu} \quad \#RE = \frac{\rho v D}{\mu} \quad [7]$$

Donde, ρ es la densidad, v es la velocidad inicial, D es el diámetro tubería, y μ es la viscosidad

Cálculo de pérdidas de fricción por accesorios:

$$dEf = dm \times \frac{4f dv^2}{2} \times \frac{dL}{dD} \quad dEf = dm \times \frac{4f dv^2}{2} \times \frac{dL}{dD} \quad [8]$$

Donde, dm es el diferencial de masa (Kg), f es el coeficiente de fricción, dv es el diferencial de velocidad (m/s), dEf son las pérdidas de fricción por accesorio, dL es el diferencial de longitud y dD es el diferencial del diámetro de la tubería.

Cálculo de la Potencia de la bomba:

$$dEc = dm \left(gdH + \frac{1}{2} dv^2 \right) + dEf \quad dEc = dm \left(gdH + \frac{1}{2} dv^2 \right) + dEf \quad [9]$$

Donde, dm es el diferencial de masa (Kg), g es la gravedad (9.8 m/s²), y dH es el diferencial de la altura, dv es el diferencial de velocidad (m/s), dEf son las pérdidas de fricción por accesorio.

Para el cálculo del área de transferencia se emplearon las ecuaciones 1, 2, 3 y 4. Para la longitud de la tubería y el diámetro de enroscamiento de esta se utilizaron las ecuaciones 5 y 6. Para determinar la potencia de la bomba necesaria se aplicaron las ecuaciones 7, 8 y 9. Se realizó el análisis considerando leche entera Cp de 3900J kg⁻¹ °K⁻¹ kg⁻¹ °K⁻¹, un coeficiente global de transferencia de 150 W/m²m²°C y un caudal volumétrico de 30 L/h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo que el área de transferencia requerida era equivalente a un serpentín de 16 vueltas en tubería de 3/8 de pulgada.

Para las condiciones expuestas anteriormente la potencia de la bomba calculada fue de 0.1 HP. A su vez el sistema de regeneración permitió recuperar energía en un 75%. Este valor es superior a lo reportado por otros autores (Tetra Pak, 2018) mostrando un diseño funcional y eficiente, lo que reflejaría el uso adecuado de los sistemas de transferencia de energía por conducción y conexión (Pérez y Sosa. 2013).

CONCLUSIONES

El cálculo y diseño de la regeneración es sumamente importante ya que permitió recuperar un porcentaje alto de energía, asegurando un adecuado intercambio de calor, diferenciándolo de una máquina que no tenga un sistema de regeneración. Por otro lado, la recuperación de energía evitará el uso ineficiente de energía y pérdidas monetarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Arranceta, J., y Serra, L. (2004). Leche, Lácteos y salud. Panamericana. Madrid
- International Dairy Foods Association. (2008). *Pasteurization*. Obtenido de International Dairy Foods Association: <https://www.idfa.org/news-views/media-kits/milk/pasteurization>
- Jaramillo, O. (20 de Noviembre de 2007). *Intercambiadores de Calor*. Obtenido de Centro de Investigación en Energía UNAM||: <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/HeatExchanger/Intercambiadores.pdf>.
- Pérez, M. E., y M. E. Sosa. (2013). Mecanismos de Transferencia de Calor que ocurren en Tratamientos Térmicos de Alimentos. Universidad de las Américas Departamento de Ingeniería en Alimentos. Puebla, México. 47p. Recuperado el 27 de mayo del 2018 de <https://goo.gl/m7sWtq>
- Tetra Pak. (2018.). *Dairy Processing Handbook*. Recuperado el 27 de Mayo de 2018, de Heat Exchangers: <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/heat-exchangers>

Obtención de Jarabe de Plátano (*Musa paradisiaca*) Mediante Hidrólisis Enzimática

Ana B Chiluisa¹, María B Quelal², Clara E Villacrés²,
Marco J Álvarez², Cecilia M Carpio¹

¹Universidad Técnica de Ambato(UTA), Carrera de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Ambato.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Mejía, Teléfono: 3006524.
E-mail: maria.quelal@iniap.gob.ec

Palabras claves: Almidón, enzimas, sólidos solubles.

Área temática: Valor agregado y nutrición.

INTRODUCCIÓN

El plátano constituye uno de los cultivos prioritarios en la economía ecuatoriana. Para el 2016, la producción a nivel nacional alcanzó 610 toneladas. El país se mantiene como uno de los principales exportadores de este producto con 109 toneladas (MAGAP, 2016). Sin embargo, un porcentaje de la fruta es desechada debido a que no alcanza los parámetros de calidad requeridos para la exportación (Coello y Linares, 2009).

Estas frutas pueden ser utilizadas para la obtención de jarabes con aplicación en la industria de alimentos, a partir de hidrólisis enzimática; cuyos organismos son catalizadores que tienen alta eficiencia, acción específica, alta purificación y estandarización (Olsen, 1995). La hidrólisis enzimática del almidón implica la conversión en dextrinas (licuefacción) y en unidades de glucosa (sacarificación), permite obtener jarabes de mayor calidad, (Crabb y Mitchinson, 1997). El objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de la hidrólisis enzimática para la obtención de un jarabe de glucosa y fructosa a partir del plátano maduro de desecho.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se utilizó plátano de desecho en estado maduro, proveniente del Mercado Mayorista de Quito. La caracterización físico-química se realizó aplicando metodologías estandarizadas. El contenido de sólidos solubles se midió con un refractómetro (Atago), el pH con un pH-metro (Metrohm), almidón por el método polarimétrico (Ewers, 1910), azúcares reductores por espectrofotometría UV-visible (Miller, 1959), glucosa por el método enzimático (Trinder, 1969), determinación instrumental de color (Color Tec PCM/PSM) y la viscosidad aparente (viscosímetro Brookfield).

La fruta fue seleccionada, lavada y pelada, posteriormente se licuó variando la proporción de agua (1:2; 1:4). Los diferentes tratamientos se concentraron a 70°C por 5 min. En el proceso de licuefacción se añadió la enzima alfa-amilasa de *Aspergillus oryzae* (Sigma Aldrich) en proporciones de 0,2 y 0,6 g/l, mientras que en la sacarificación se utilizó amiloglucosidasa de *Aspergillus niger* (Sigma-Aldrich) en concentraciones 0,02 y 0,06 g/l. Finalmente, a todas las muestras se añadió la enzima invertasa (Sigma- Aldrich) en concentración 0,1 g/l para convertir la sacarosa en unidades de glucosa y fructosa. El diagrama de flujo del proceso se menciona en la figura 1.

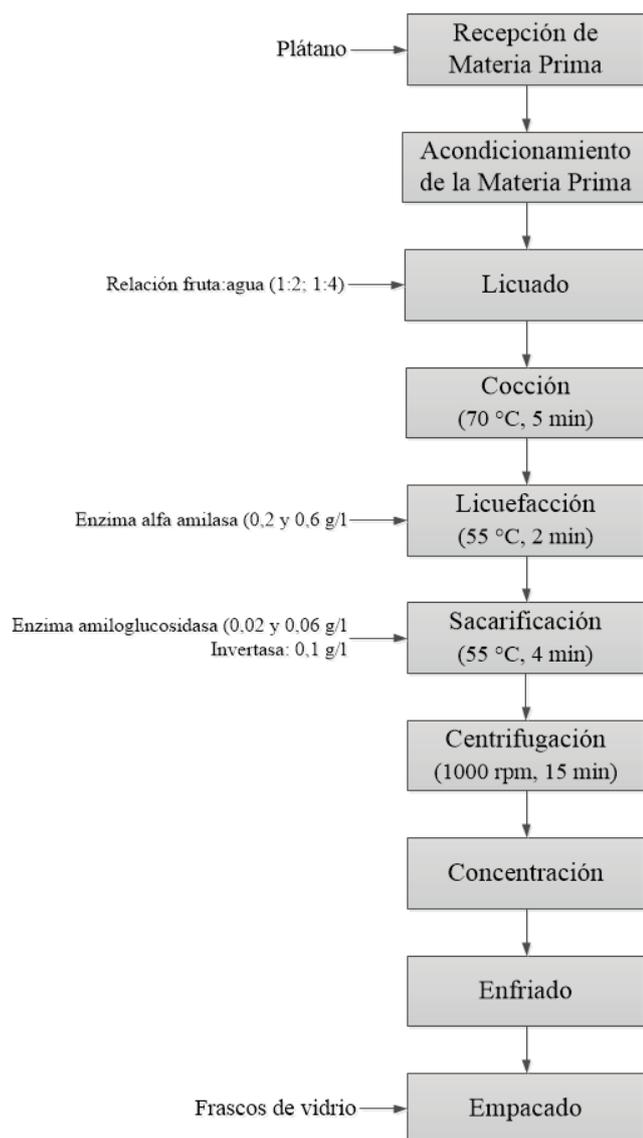


Fig 1. Diagrama de flujo para la obtención de un jarabe de plátano aplicando el proceso de hidrólisis enzimática

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El plátano, en estado fresco presentó un contenido de sólidos solubles de 4,00 °Brix, proteína 3,26%, fibra 2,82%, ceniza 2,02% y grasa 0,23%. En los concentrados, el contenido de sólidos solubles aumentó en un rango de 5,2 a 7,0 °Brix, en relación a la materia prima debido al proceso de concentración térmica que permitió reducir el contenido de agua.

A la suspensión de fruta: agua en proporción 1:2, se añadió la enzima alfa-amilasa en una concentración de 0,6 g/l. Después de una hora de reacción el contenido de sólidos solubles se elevó a 11 °Brix, luego en la etapa de sacarificación este valor aumentó a 13 °Brix, para lo cual se utilizó una concentración de enzima: 0,06 g/l, con la relación fruta:agua: 1:2).

En contraste, el contenido de almidón disminuyó hasta 0,18% en los jarabes donde se aplicó mayor concentración enzimática, mientras que los azúcares reductores aumentaron a 26,2 mg/ml, para la glucosa se registró 18,9 mg/ml, utilizando alfa amilasa y amiloglucosidasa en proporciones de 0,6 y 0,06 g/l respectivamente, y una relación de fruta:agua de 1:2. Con el proceso de concentración los sólidos solubles alcanzaron un promedio de 74 °Brix y una viscosidad de 367,3 Cp.

En cuanto al análisis instrumental de color, con el sistema CIELAB se determinó 42,96 de luminosidad (L), tono de 82,20 (H), y la cromaticidad de 19,20 (C), según los cuales el jarabe presenta tonalidades entre rojo y amarillo.

CONCLUSIONES

La concentración enzimática y la relación fruta: agua influyeron en las propiedades físico-químicas de los jarabes; mediante la aplicación de enzimas sacarificantes, se hidrolizó parte del almidón en glucosa y fructosa; cuyo contenido aumentó con el proceso de concentración, obteniendo un jarabe de amplio uso en la industria alimenticia.

BIBLIOGRAFÍA

- Coello, C., y C. Linares. (2009). Produccion y comercializacion de productos derivados del plátano como alternativa nutricional para los ecuatorianos. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, 11.
- Crabb, W. D., y C. Mitchinson. (1997). Enzymes involved in the processing of starch to sugars. *Trends in Biotechnology*. 15(9): 349-352.
- Ewers, E. (2010). Zeitchritt Offent CEIME, 15,8.
- Miller, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytic Chemistry*. 31: 426-428.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2016). Boletín Situacional Plátano. Quito, Ecuador.
- Olsen H.S. (1995). Enzymatic production of glucose syrups. En: Kearsley M.W., S.Z. Dziedzic. (eds). *Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives*. Springer, Boston, MA. 24-64.
- Trinder, P. (1969). Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem*. 6: 24-25.

Elaboración de una Bebida Alcohólica Destilada a Partir de Yuca (*Manihot esculenta*) y Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)

Andrea Yépez- Albuja¹; Emilia Guerrero -Marchán¹; Javier Garrido¹; María G Vernaza¹

¹Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería – El Politécnico.

E-mail: andrea-yepz@hotmail.com

Palabras clave: yuca, zanahoria blanca, vodka.

Área temática: Nutrición humana.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la industria de alimentos y bebidas es una de las industrias más fuertes dentro del sector económico. En el 2007 se dice que la industria de alimentos generó un alto valor agregado donde la industria de bebidas alcohólicas ocupa el 52,3% (Pisco, 2016). En el 2016 el PIB del Ecuador fue de 69.321.410 miles de dólares del cual, tan solo 5'302.942 miles de dólares (7,65%) fueron por parte del PIB Agropecuario (MAGAP, 2017).

Los productos a los que se les toma en consideración para otorgar créditos públicos son el maíz, arroz, papa, caña de azúcar, tomate hortícola, cebolla, fréjol, banano, palma africana, café y cacao; sin embargo, los productos agrícolas más exportados son solo el banano, la palma, el café y el cacao (MAGAP, 2017). Sin embargo, en el país no solo se cultiva los productos agrícolas previamente mencionados, también existe una gran variedad de frutas, hortalizas, vegetales, cereales y también tubérculos como el melloco, zanahoria blanca, oca, camote, jícama, entre otros; que tienen gran potencial agronómico e industrial. La producción de raíces y tubérculos andinos está concentrada en la región andina del Ecuador y constituyen una fuente importante en la alimentación diaria ya que los tubérculos desde años atrás han sido un factor básico en la dieta de todos los ecuatorianos. Se dice que en poco tiempo, los cultivos andinos y en especial los tubérculos, jugarán un papel fundamental en las economías campesinas, principalmente de subsistencia para así garantizar la seguridad alimentaria (El Agro, 2016).

METODOLOGÍA

Para la elaboración de la bebida alcohólica destilada se utilizaron dos raíces andinas: zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y yuca (*Manihot esculenta*). Estas fueron cocinadas por 40 minutos para la gelatinización de los almidones, luego se adicionó dos enzimas (alfa-amilasas y glucoamilasas) a la mezcla para la obtención de azúcares simples (glucosa). Al mosto obtenido se dejó fermentar con levaduras (*S. cerevisiae*) por dos días a 30°C. Pasado este tiempo se filtró el mosto fermentado para retirar cualquier tipo de partícula grande que haya quedado de las materias primas y se destiló el mosto en un Rotavapor Buchi (destilación con vacío) a 300mmHg a 85°C por 45 minutos hasta obtener el producto destilado; al mismo que se le midió el grado alcohólico con un hidrómetro – alcoholímetro 20-40% proof. Al producto destilado se lo mezcló con alcohol neutro rectificado al 96% abv [alcohol por volumen] y agua desmineralizada para obtener un producto final de 39% abv (vodka).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el estudio realizado se aplicó un diseño factorial 2^2 con tres puntos centrales para conocer si el tiempo de cocción y la cantidad de yuca y zanahoria blanca tienen un efecto sobre los grados brix iniciales del mosto (variable de respuesta). En el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia del 90% se determinó que la cantidad de yuca y zanahoria blanca ejercen un efecto sobre la variable de respuesta mientras que el tiempo de cocción no fue una variable significativa.

Siendo el porcentaje de yuca el único factor estadísticamente significativo se observa que el punto central (50% yuca - 50% zanahoria blanca y 40 minutos de cocción) proporciona mayor cantidad de grados brix iniciales del mosto con respecto a los demás tratamientos estudiados.

Por otro lado, en la figura 1 se muestra la variación de grados Brix en los procesos de la elaboración de la bebida alcohólica destilada; en donde, la cantidad de azúcares aproximadamente se duplica después de la cocción de las raíces y de la adición de las enzimas.

A los dos días de fermentación (48h) la cantidad de sólidos solubles disminuye en promedio 70%; lo que permite corroborar que las levaduras consumen este porcentaje de azúcares presentes en el mosto para la producción de alcohol.

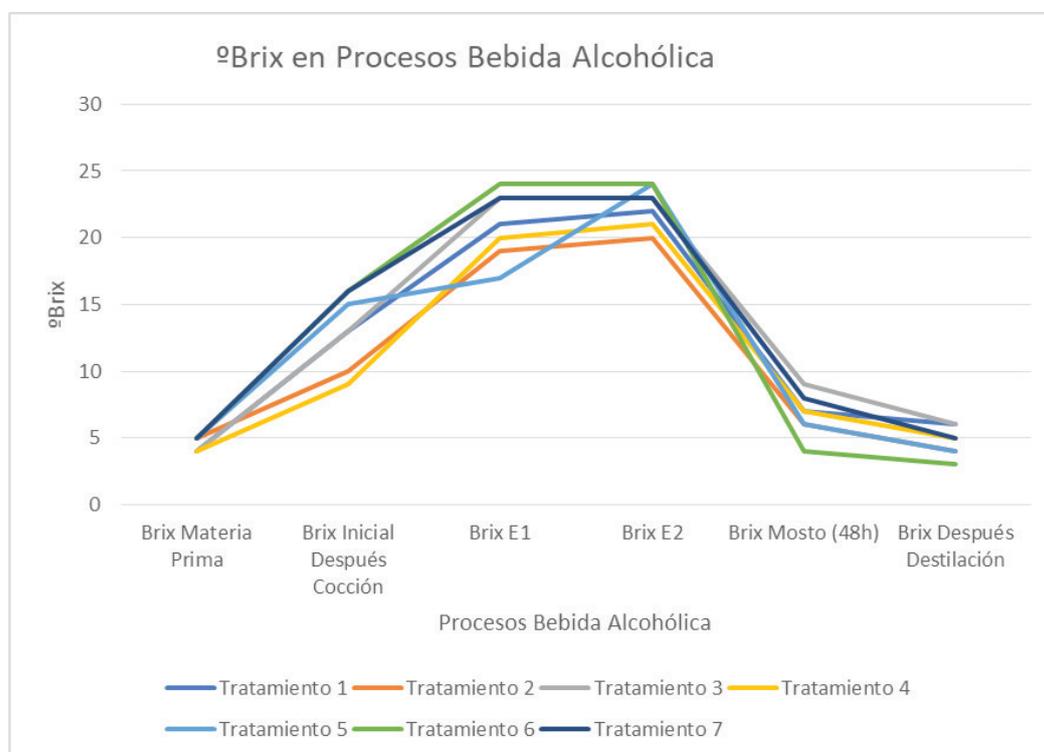


Fig. 1. Comportamiento de Grados Brix durante elaboración producto

CONCLUSIONES

Se elaboró una bebida alcohólica destilada tipo vodka con grado alcohólico de 39% abv a partir de yuca y zanahoria blanca. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza el tratamiento que proporciona mayor cantidad de grados brix iniciales (mosto) es el que contiene 50% yuca y 50% zanahoria blanca con un tiempo de cocción de 40 minutos. Además, el aumento significativo de los sólidos solubles después de la adición de las enzimas (alfa amilasas y glucoamilasas) está dado gracias a la gelatinización de los almidones contenidos en la yuca y zanahoria blanca.

BIBLIOGRAFÍA

- El Agro. (2016). Raíces y tubérculos fundamental para la alimentación. *Revista El Agro*. MAGAP. (Julio de 2017). *Boletín Agrícola Integral - Nacional*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/productos/boletines-agroeconomicos/boletines-tematicos-nacionales/file/3172-julio-2017>
- Pisco, I. (Marzo de 2016). Alimentos y Bebidas: Industrialización y crecimiento económico. *Industrias Ecuador*, 2, 18.



Sección técnica:
Socio economía, Cambio climático,
Ganadería y Forestería

Caracterización de las Explotaciones Lecheras Basados en los Pastizales en la Provincia de Pichincha, Ecuador

Eloy Castro^{1,2,3}, *Andriamasinoro L. Andriamandroso*^{2,3}, *Yannick Blaise*^{2,3}, *Lenin Ron*¹, *Carlos Montufar*¹, *Frédéric Lebeau*³, *Jérôme Bindelle*²

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. 170521, Quito, Ecuador.

²Precision Livestock and Nutrition Unit, AgroBioChem, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liège, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium.

³Biosystems Dynamics and Exchanges Unit, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liège, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium.

E-mail: e.castro@uce.edu.ec

Palabras clave: vacas, pastoreo, pendientes de inclinación.

Área temática: Ganadería.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche enfrenta nuevos desafíos y la necesidad de lograr una mayor eficiencia con recursos cada vez más limitados y costosos necesitando implementar nuevas tecnologías y técnicas de producción para aumentar los rendimientos (Hidalgo, 2013), siendo en las tierras altas andinas donde se concentra principalmente, alcanzando el 73 % del total nacional producción que representa 3 869 000 L/día (Grijalva, 2014). Estas utilizan diversos sistemas de manejo de animales y pastos en respuesta a sus especificidades en términos de tierra, ganado, mecanización y recursos humanos, pudiendo variar los tipos de pastoreo desde cortes mecánicos hasta pastoreo rotacional continuo o intensivo (Vallentine, 2000; Dumont, 2007). Los tiempos de ocupación del pasto, tanto largo como cortos aumentan las posibilidades de observar particularidades de innovación de apoyo conductual alimenticio. (Amaral *et al.*, 2012; Carvalho, 2013). La altura, número de cosechas, días de descanso y composición botánica del potrero (Grijalva *et al.*, 1995) dependerá la eficiencia. Sin embargo, hasta donde sabemos, el vínculo entre el manejo del pastoreo y la leche, la productividad expresada tanto por cabeza como por área de pasto no ha sido documentado aún en situaciones con alta variación en el relieve del terreno. Es por ello que el objetivo de esta encuesta fue caracterizar la explotación de las granjas lecheras basados en los pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La encuesta se realizó en la provincia de Pichincha, Ecuador, en un área conocida como El Valle Inter-Andino con un área agrícola de 925,740 ha (MAGAP, 2011). Se encuestaron un total de 42 granjas lecheras, las cuales fueron seleccionadas al azar entre los que vendían su leche a la fábrica de productos lácteos. Las fincas seleccionadas pertenecían a 7 cantones y 22 parroquias, respectivamente. El tamaño de la muestra cumplió con la ecuación propuesta por Krejcie & Morgan (1970), para garantizar la homogeneidad y la representatividad para un nivel de confianza del 95 %. Los indicadores se dividieron en subsistemas: caracterización de la estructura de la finca (área total y pasto, pendiente media); vacas (tamaño y estructura de rebaños lecheros, razas, producción de leche, sistema de alimentación); gestión de pastizales (número de pastos, tiempo de descanso, cantidad de cultivos, manejo de pasturas, tipo de rotación); recursos humanos (número

de trabajadores). Todos los datos recopilados fueron compilados y las estadísticas descriptivas, la correlación de Pearson y el análisis de varianza de clase y las variables cuantitativas se realizaron en SAS 9.4 utilizando cada granja como unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño de las granjas tuvo un valor medio de 40 ha con el 70 % de las áreas dedicadas a pastos. Los rebaños estaban compuestos por 60 ± 63 vacas en leche, predominantemente Holstein (65 %), con una proporción limitada de vacas adultas (<60 %). La producción diaria de leche individual alcanzó 15.1 ± 3.4 l. Expresado por área de tierra disponible, los rendimientos de leche fueron 26.6 ± 16.6 l / ha de pastos. El alto valor desviación estándar indica una alta variabilidad en la eficiencia de uso del área de pastoreo. Se encontró una mayor productividad en fincas con las mayores tasas de carga utilizando el pastoreo rotativo con alta intensidad instantánea de pastoreo con tiempos de ocupación muy cortos (<12 h) en las granjas más productivas y la topografía de los pastos ($P < 0.05$). La producción diaria de vacas individuales se correlacionó negativamente ($p = -0.323$, $P = 0.037$) con la pendiente promedio en las granjas.

CONCLUSIONES

Se concluye que el uso del pastoreo rotacional con tiempos de ocupación muy cortos parece relevante para maximizar los rendimientos individuales. La investigación adicional tendrá que aclarar si el diseño específico de los pastos y el sistema de rotación pueden contribuir a reducir el impacto negativo observado de las altas pendientes en la producción de leche individual.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaral, M.F., Mezzalira, J.C., Bremm, C., Da Trindade, J.K., Gibb, M.J., Suñe, R.W.M., Carvalho, P.C.F., (2012). Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. *Grass Forage Sci*, (68), 271-277
- Carvalho, P.C.F., 2013. Harry Stobbs memorial lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? *Trop. Grassl*, (1), 137-155.
- Dumont, B., Garel, J. P., Ginane, C., Decuq, F., Farruggia, A., Pradel, P., & Petit, M., (2007). Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure.
- Grijalva O., J., Espinosa, F., y Hidalgo, M., (1995). Producción y utilización de pastizales en la región Interandina del Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Ganadería.
- Grijalva J.P., (2014). La producción lechera en Ecuador genera \$ 1.600 millones en ventas anuales. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia>. Consultado en 19/06/2017.
- Hidalgo, F., (2013). Comercialización y Soberanía Alimentaria/editores: Francisco Hidalgo, Pierril Lacroix y Paola Román – Quito: SIPAE.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610.
- MAGAP, (2011). Censo nacional agropecuario. Informe técnico Vallentine, J. F. (2000). *Grazing management*. Elsevier.

Evaluación del Ensilaje de Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en Forma de Microsilos Inoculados con 6 Concentraciones de Suero de Leche

Francisco A Gutiérrez¹, Arnulfo R Portilla¹

¹Departamento de Nutrición Animal, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador.

E-mail: fguierrez@uce.edu.ec

Palabras claves: *Aditivos, conservación, fermentación, forrajes.*

Área temática: *Socio economía, cambio climático, forestería, ganadería y especies menores.*

INTRODUCCIÓN.

El ensilaje es el proceso más utilizado para conservar de forrajes; se estima que 200 millones de toneladas de materia seca son ensilados en el mundo anualmente, a un costo de la producción entre US \$100-150 por tonelada. Este costo comprende: la tierra y el cultivo (aproximadamente 50%), segado y polietileno (30%), silo (13%) y aditivos (7%). En Europa, los agricultores de países como Holanda, Alemania y Dinamarca almacenan más del 90 por ciento de sus forrajes como ensilaje (Garcés, Berrio, Ruíz, Serna, & Builes, 2004).

Cualquier proceso de conservación de forrajes causa pérdidas de físicas durante la cosecha, el acarreo y la alimentación. Además, hay pérdidas en el valor nutricional del forraje por la respiración y/o fermentación que se da antes de que se inactive las enzimas de la planta. Una preparación adecuada puede reducir estas pérdidas al mínimo. Idea que comparte quienes mencionan que los métodos de conservación de forrajes, pueden a lo sumo mantener, pero nunca mejorar la calidad del forraje inicial. El objetivo fue evaluar el suero de leche, como inoculante bacteriano para ensilajes de pasto maralfalfa y determinar los cambios que ocurren en la temperatura, pH y concentración de ácido láctico, conformen avanzan las horas de inoculación (Vélez, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Esta investigación se realizó en la parroquia Pedro Vicente Maldonado del cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha, a 620 m.s.n.m, latitud 00° 10' 00" N, Longitud 79° 00' 00" O, la temperatura media anual es de 22.8 ° C la precipitación es de 3912 mm/año. Para determinar el efecto del suero de leche como inoculante microbiano, se evaluaron 6 tratamientos, 2 tratamientos sin suero de leche e inoculante alguno (Sin la adición de ninguna solución; 1 L de agua + 1 L de melaza) y 4 tratamientos con diferentes niveles de suero de leche (100 mL de suero de leche+ 950 mL de agua+ 950 mL de melaza; 300 mL de suero de leche+ 850 mL de agua + 850 mL de melaza; 600 mL de suero de leche+ 700 mL de agua + 700 mL de melaza ; 900 mL de suero de leche+ 550 mL de agua + 550 mL de melaza) y se evaluaron a temperatura ambiente, Los tratamientos se evaluaron en función del tiempo de inoculación (48, 96, 144, 192, 240, 288 y 960 horas). Se utilizó un diseño completamente al azar, con 6 tratamientos y 3 repeticiones, para las variables que tuvieron significancia ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de Tukey, para establecer diferencia entre medias.

La temperatura se determinó utilizando un termómetro digital de punta, se introdujo el termómetro hasta la mitad del silo, se esperó 10 segundos para estabilizar la lectura al equipo y se registró. Para determinar el pH, se utilizaron vasos de precipitación de 150 mL, se colocó una muestra de 40 g de los tratamientos y 100 mL de agua destilada, se homogenizó, dejó reposar 30 min, para luego determinar con el potenciómetro el pH de la solución. El ácido láctico se determinó como acidez titulable, a partir 20 mL de la solución utilizada para determinar el pH, se añadió 10 ml de agua destilada, con ayuda de un agitador magnético y el potenciómetro se tituló con una solución de NaOH 0,10 N hasta obtener un pH de 8,3; posteriormente se calculó la concentración de ácido láctico de acuerdo al protocolo de acidez titulable (ácido-base).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La temperatura no demostró una diferencia estadística ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos y horas de inoculación, la temperatura tuvo una tendencia a descender al aumentar las horas de inoculación, a las 48 h se tuvo una temperatura media de 18,32 °C entre los tratamientos y a las 960 horas de 15,27 °C. La temperatura es uno de los factores relacionados al éxito del ensilado, las bacterias ácido lácticas (BAL) tienen una óptima multiplicación cuando se encuentran a temperaturas entre 17 y 28 °C (Rodríguez 2006). El ensilaje en las primeras etapas consume el oxígeno residual y se puede dar un incremento de la temperatura, pero esta no debe superar en más de 10 °C a la temperatura ambiente (Velez, 2015).

La acidez fue influenciada por los tratamientos y las horas de inoculación. Los T0 y T1 tuvieron los pH más altos, mientras que los T2, T3, T4 y T5, tuvieron pH más bajos. El pH es un indicador de vital relevancia en el proceso de conservación de un forraje en forma de ensilaje debido a que es una de las transformaciones más radicales que ocurren en el forraje y por su estrecha relación con los procesos degradativos durante la conservación. Se considera que cuando un ensilaje alcanza valores inferiores a 4.2 se ha logrado su estabilidad fermentativa (Demagnet, 2011).

Los tratamientos influenciaron en el contenido de ácido láctico, los tratamientos T0 y T1 tuvieron la más baja concentración, el T2 y T3 tienen un rango intermedio, mientras que el T4 y T5 tuvieron una concentración más alta. Los niveles de ácido láctico cambiaron en función de las horas de inoculación. El inocular suero en el ensilaje resulta generalmente en un pH más bajo y una mayor concentración de ácido láctico, concentraciones más bajas de ácido acético, ácido butírico y NH₃-N (Díaz, 2014). El ácido láctico es un ácido fuerte que al incrementar su concentración hace que el pH descienda rápidamente en el ensilaje. Las BAL fermentan los azúcares, aumentan la concentración de ácido láctico, disminuyen la actividad enzimática de las plantas y previenen la proliferación de clostridios y enterobacterias (Vera, Valero, & Peñaranda, 2015).

Los tratamientos sin suero de leche tuvieron los pH más altos y bajo % de ácido láctico; por lo que la adición de suero de leche como inoculante biológico es necesario para mejorar las características químicas del ensilaje y optimizar la conservación del forraje Maralfalfa.

BIBLIOGRAFÍA

- Demagnet, R. (2011). Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. *Universidad de la Frontera. Chile*, 1-95. Retrieved from: http://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/produccion_de_leche/2011/05_Elaboracion_de_Ensilaje.pdf
- Díaz, B., Iglesias, A., & Valiño, E. (2014). Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilajes. *Revista Ciencia y Agricultura*, 11(1), 17-25. Retrieved from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039258>
- Garcés, A., Berrio, L., Ruíz, S., Serna, J., & Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista lasallista de investigación*, 1(1). <http://www.redalyc.org/html/695/69511010/>
- Rodríguez, V. (2006). El ensilaje como método de conservación de forrajes. (Ingeniero Agrónomo Zootecnista), División De Ciencia Animal, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Retrieved from: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5972/T15861%20RODR%CDGUEZ%20RODR%CDGUEZ,%20VICTOR%20SAMUEL%20%20MONOGRAFIA.pdf?sequence=1>
- Vera, Y., Valero, J., & Peñaranda, M. (2015). Evaluación de ensilajes a partir de residuos de post-cosecha de arroz tratados con bacterias ácido lácticas. *Alimentos Hoy*, 23(36), 62-74. Retrieved from: <http://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/345/295>
- Velez, M. (2015). Producción de Pastos y Forrajes en el Tropicó (U. A. Zamorano Ed. Vol. 1). Honduras

Impacto Económico y Ambiental de Prácticas de Agricultura de Conservación en los Sistemas de Producción de la Microcuenca del Río Alumbre, Ecuador

Luis O. Escudero¹, Víctor H. Barrera¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP.

E-mail: escudero@iniap.gob.ec

Palabras clave: Excedente Económico, Índice de Nitrógeno, Tasa de Adopción.

Área temática: Socio-economía y cambio climático.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura de Conservación (AC) tiene como objetivo lograr una agricultura sostenible y rentable y en consecuencia dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores (FAO, 2016). La AC ofrece un potencial enorme para toda clase de tamaño de fincas y sistemas agro-ecológicos; sin embargo, su adopción es más necesaria para los pequeños productores, sobre todo aquellos que sufren una escasez aguda de mano de obra. La AC combina una producción agrícola rentable con una protección del ambiente, y la sostenibilidad; y se ha mostrado capaz de funcionar en un amplio rango de zonas agro-ecológicas y sistemas (Verhulst *et al.*, 2010).

Estos argumentos, sumados a las experiencias reportadas por Gallagher *et al.*, 2017, fueron las principales pautas para promover acciones que contribuyan al desarrollo sostenible de la microcuenca del río Alumbre, misma que se caracteriza por pobreza extrema, derivada de la baja productividad de los sistemas de producción agropecuaria, de la limitada capacitación del capital humano en materia de gestión empresarial y tecnologías de producción, así como la falta de acceso equitativo a los mercados de productos, insumos y capital (Barrera *et al.*, 2012).

El INIAP, ha realizado inversiones por 10 años investigando y diseminando prácticas de AC en la microcuenca del río Alumbre, por lo que era importante evaluar el impacto económico y ambiental de la investigación y transferencia de tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aplicación del método de Excedente Económico

Para la evaluación económica se utilizó el método del Excedente Económico, mismo que permite estimar el excedente generado por el cambio atribuible a la investigación y transferencia de tecnología en los sistemas de producción con AC, considerando el desplazamiento de la curva de oferta debido a incrementos en los rendimientos. Los ingresos adicionales por efecto de la investigación y transferencia, se calcularon en función del incremento en la producción, generados por la utilización de las prácticas de AC; para ello, se consideró el precio en el ámbito de finca, elasticidad de la oferta, la tasa de adopción de la tecnología disponible en los rubros maíz duro INIAP-176 y del fréjol arbustivo INIAP-430 Portilla, además se asignó un peso relativo por la investigación. El cambio de rendimiento por hectárea se estableció a través de la información disponible evaluada en campo de agricultores para las prácticas de AC y la práctica convencional

de productor, y no es más que la diferencia entre el rendimiento reportado por las dos prácticas. La Tasa de Adopción Anual de las prácticas de AC desarrolladas por el INIAP, se calculó como la relación entre la superficie o área cosechada con estas prácticas y con la superficie cosechada total en las áreas productoras de maíz-fréjol en cada año analizado. Al multiplicar el cambio neto de los rendimientos, la probabilidad de éxito y la tasa de adopción, se obtuvo el cambio en la curva de la oferta, por incremento de los rendimientos corregidos por la superficie de adopción de las prácticas de AC. Los costos y beneficios de la investigación y transferencia de tecnología se evaluaron en un período de 20 años, desde el año 2006 hasta el 2025.

El Índice de Nitrógeno para la evaluación ambiental

Se utilizó el modelo del Índice de Nitrógeno que permitió predecir escenarios sobre la absorción de N por el cultivo, el uso eficiente del N del sistema, y el riesgo de las pérdidas de N a través de diferentes vías (Escudero *et al.*, 2015). También permitió estimar el riesgo de la atmósfera, la superficie y las pérdidas de lixiviación por efectos del N, así como la sostenibilidad general del sistema. La aplicación de esta herramienta se la hizo en tres atapas: a) al inicio, cuando las prácticas de agricultura de conservación todavía no se implementaron en campo de productores; b) al intermedio, cuando las prácticas de agricultura de conservación estaban implementadas (labranza cero sin remoción de residuos, pasto natural sin fertilización, las rotaciones de maíz y fréjol con fertilización); y c) al final, una vez que se terminó con los diferentes ciclos de investigación planteados. La primera etapa se realizó en el 2006, la segunda etapa entre 2011 y 2014, y la tercera etapa en el 2015.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Excedente Económico: Los resultados muestran que durante los seis primeros años no se obtuvieron beneficios por cuanto en este período sólo se realizaron inversiones en la investigación. A partir del sexto año, existe un saldo positivo que supera las inversiones que se realizaron en transferencia de tecnología. Desde el 2012 se comenzó a obtener beneficios, los mismos que fueron desde USD 14494 y se elevaron gradualmente en el tiempo hasta USD 1695952 en el año 2025, originados por el incremento en el rendimiento por la adopción de las prácticas de AC y la reducción de costos de producción en el sistema maíz duro y frejol arbustivo. Una vez determinados los flujos de costos y beneficios, se calculó el retorno a la inversión (TIR) de recursos en las prácticas de AC, mismo que fue de 32%, con un Valor Actual Neto (VAN) de USD 3469545. Este retorno al capital invertido es rentable, si se considera que los Organismos Internacionales acuerdan una TIR del 12% como aceptable.

Índice de Nitrógeno: Existió un incremento del valor total del N en las etapas intermedia (377 kg ha^{-1}) y final (443 kg ha^{-1}) de la evaluación respecto a la evaluación inicial (216 kg ha^{-1}), posiblemente debido a la aplicación de fertilizante nitrogenado inorgánico a base de urea que se aplicó a los cultivos durante el ciclo. Este incremento progresivo también se puede atribuir a la mineralización de los residuos de cosecha y de los residuos de pasto natural que creció en la etapa de descanso.

El N que se lixivió en los cultivos tuvo un comportamiento parecido en las tres etapas de evaluación. En la etapa inicial los valores de lixiviación fueron altos (71 kg ha^{-1}) debido a la labranza que aplica el agricultor en la zona donde las pendientes son muy

pronunciadas. Sin embargo, en la etapa intermedia los valores (101 kg ha^{-1}) superaron a las demás evaluaciones pese a que se utilizó el sistema recomendado, que se explica por la presencia de lluvias que superaron los 1400 mm en seis meses, por lo tanto los nutrientes aplicados se lixiviaron fácilmente. Por el contrario, en la evaluación final la lixiviación fue más baja (29 kg ha^{-1}) que el testigo debido a que las precipitaciones fueron alrededor de los 700 mm que está en el rango normal para esa zona, y donde se pudo mostrar los beneficios de las prácticas de AC tanto en maíz duro como en fréjol arbustivo.

En cuanto a la sostenibilidad del sistema, se pudo determinar que en el 2007 el sistema se encontraba en alto riesgo ya que las pérdidas de N se daban por las vías de lixiviación de nitratos, escurrimiento superficial, volatilización del amoníaco y desnitrificación, por lo que era necesario intervenir esos suelos. En la etapa intermedia y final se pudo observar que el riesgo era bajo, donde las pérdidas de N eran menores, debido principalmente a la utilización de las prácticas de AC.

CONCLUSIONES

La inversión en investigación y transferencia de tecnología de las prácticas de AC en los sistemas de producción de la microcuenca del río Alumbre es rentable, mostrando ganancias por hectárea de USD 1366 en el caso de maíz duro y USD 2357 en el cultivo de fréjol arbustivo. Estas prácticas, evaluadas en un período de 20 años, permitieron obtener una TIR del 32% y un VAN de USD 3469545. El modelo del Índice de Nitrógeno determinó que las prácticas de AC al ser implementadas en los sistemas de producción de la microcuenca del río Alumbre, son capaces de hacerles más sostenibles, recibir más cantidades de N con un uso adecuado, mejorar el rendimiento de los cultivos, incrementar los niveles de N total y disminuir la cantidad de N que se lixivía.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, V.; Escudero, L.; Alwang, J. y Andrade, R. (2012). Integrated management of natural resources in the Ecuador Highlands. *Agricultural Sciences Vol. 3, No. 5*, 768-779.
- Escudero, L.; Delgado, J.; Monar, C.; Valverde, F.; Barrera, V. y Alwang, J. (2014). A New Nitrogen Index for Assessment of Nitrogen Management of Andean Mountain Cropping Systems of Ecuador. *Soil Science*, 179, 130-140.
- FAO. (2016). Conservation agriculture. Disponible en: www.fao.org/ag/ca (Consulta el 10 de enero 2018).
- Gallagher, R.; Stehouwer, R.; Barrera, V.; Alvarado, S.; Escudero, L.; Valverde, F.; Portilla, A. y Domínguez, J. (2017). Yield and nutrient removal in potato-based Conservation Agriculture cropping systems in the high altitude Andean region of Ecuador. Published in *Agron. J.* 109:1-13(2017).
- Verhulst, N.; Govaerts, B.; Verachtert, E.; Castellanos-Navarrete, A.; Mezzalam, M.; Wall, P.; Chocobar, A.; Deckers, J. y Sayre, K. (2010). Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems. In *Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality* (pp. 137-208). Boca Raton: CRC Press.

Optimización Económica Para Mejorar la Productividad y Sostenibilidad de los Sistemas de Producción de Mora de la Provincia de Bolívar-Ecuador

Víctor H. Barrera¹, Rosa J. Arévalo², Luis O. Escudero¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP.

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – ESPOCH.

E-mail: victor.barrera@iniap.gob.ec

Palabras clave: Maximización de beneficios, programación lineal, alternativas INIAP.

Área temática: Socio-economía y cambio climático.

INTRODUCCIÓN

Barrera *et al.* (2017) y Herforth *et al.* (2015), condujeron estudios que llevaron a la conclusión que la producción y comercialización de la mora es una estrategia de supervivencia de los productores que en su mayoría pueden ser categorizados como agricultores de pequeña escala, quienes usan prácticas de producción tradicionales y realizan un proceso de post-cosecha rudimentario. Más allá de los sistemas de producción, los productores tienen limitado poder de comercialización, los intermediarios dominan la cadena de comercialización, la calidad no es compensada en los mercados desorganizados y muchos de los productos pasan, y el potencial para el incremento en valor agregado está limitado por instituciones que no han desarrollado todavía estándares y/o grados impuestos.

Estudios sobre modelamiento de hogares y optimización económica de sistemas de producción muestran que se pueden maximizar los beneficios de los hogares y minimizar los costos de producción de los sistemas de producción a nivel de la Sierra ecuatoriana (Barrera *et al.*, 2010); para ello, se utilizaron metodologías de tipificación de los hogares que permitieron la definición de las determinantes de la asignación de los recursos en los hogares, las mismas que fueron optimizadas mediante la aplicación de modelos matemáticos de optimización (Hillier y Lieberman, 1991). Con estas experiencias, lo que se pretende es utilizar estas herramientas de tipificación y optimización que mejoren los sistemas de producción del cultivo de mora en la provincia de Bolívar.

El objetivo de este estudio fue conocer las condiciones actuales en las que los agricultores producen y comercializan la mora, y acentúa la importancia de consolidar activos sociales, así como conocer cómo los agricultores pueden optimizar sus sistemas de producción de mora como estrategia para el mejoramiento de su productividad y sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó el método de programación lineal se aplicó para maximizar los beneficios de los dos grupos de sistemas de producción de mora existentes en la provincia de Bolívar, bajo restricciones lineales de desigualdad y cubriendo en etapas sucesivas los siguientes aspectos: 1) determinar los procesos de producción que optimizan el uso de recursos con maximización de los ingresos netos actuales; y 2) proponer alternativas de producción que optimicen económicamente los sistemas de producción de mora actuales. Las alternativas propuestas fueron las desarrolladas por el INIAP para la zona en estudio, con opciones de

fertilización inorgánica y foliar, la utilización de fungicidas de baja toxicidad y de origen biológico, así como también la optimización del uso de mano de obra para el manejo del cultivo en las labores culturales.

Para obtener la solución óptima económica se utilizó el programa LINDO, mismo que permitió resolver problemas de maximización de beneficios económicos por medio de programación lineal. Las funciones lineales objetivos que se maximizaron para los dos grupos fueron los beneficios totales en consideración a 34 variables y 37 restricciones que representan la alternativa de producción de mora y sus ingresos netos.

La información básica empleada para la elaboración de los coeficientes de las variables que caracterizan los procesos de producción de mora fue obtenida de los datos primarios recogidos a través de una encuesta representativa a 90 productores de mora de la provincia de Bolívar en el periodo de agosto a octubre 2015 (Barrera *et al.*, 2017), la información experimental existente en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y el conocimiento adquirido en la zona de estudio durante varios años en el cultivo de mora.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Maximización de beneficios para los grupos 1 y 2 con alternativas del INIAP

Las soluciones de maximización de beneficios para los productores del grupo 1, con una superficie de 0.85 ha, fueron de USD 997 para el primer ciclo de producción que comprende la fase de establecimiento y mantenimiento del cultivo durante el primer año, y USD 4713 para el segundo ciclo de producción, que corresponde a la fase de mantenimiento promedio de los años de mejor producción; para obtener estos beneficios, los productores produjeron 6471 kg ha⁻¹ año⁻¹ en el primer ciclo y 9707 kg ha⁻¹ año⁻¹ en el segundo ciclo. Para el grupo 2, las soluciones de maximización de beneficios, con una superficie de 0.44 ha, fueron de USD 135 para el primer ciclo de producción que comprende la fase de establecimiento y mantenimiento durante el primer año, y USD 1776 para el segundo ciclo de producción, que corresponde a la fase de mantenimiento promedio de los años de mejor producción de la mora; para obtener estos beneficios, los productores produjeron 5843.75 kg ha⁻¹ año⁻¹ y 8765.62 kg ha⁻¹ año⁻¹ en el segundo ciclo.

Maximización de los beneficios de los grupos 1 y 2 ante cambio de los precios

En la provincia de Bolívar, el precio de la mora en el mercado es inestable, por lo que se realizó un análisis de sensibilidad, basado en el precio promedio del kg que caracteriza a cada grupo, esto fue, USD 0.92 para el grupo 1 y USD 0.87 para el grupo 2; se consideró que si la oferta es alta el precio promedio podría decrecer un 25%, y si la oferta es baja el precio podría incrementarse en un 25%. En la Tabla 1, se aprecia que al variar el precio del kg de la mora en los valores establecidos para este análisis, los modelos de optimización determinaron que los máximos beneficios que pueden alcanzar los productores de los grupos 1 y 2 no tienen una tendencia lineal definida, es decir que a medida que se incrementa el precio de la mora los beneficios no se incrementan proporcionalmente. Por lo anteriormente señalado, a pesar de que el cultivo de mora puede ser rentable cuando las condiciones del precio en el mercado se establecen en valores mayores a 0.92 USD y 0.87 USD, para los grupos 1 y 2, respectivamente, el productor corre un riesgo muy grande cuando el precio de la mora disminuye.

Tabla 1. Maximización de beneficios en USD por ciclo de cultivo de mora, ante la variación del precio. Provincia de Bolívar-Ecuador, 2018.

Ciclos	Grupo 1 (USD kg ⁻¹)			Grupo 2 (USD kg ⁻¹)		
	0.69	0.92*	1.15	0.65	0.87*	1.09
Primer Ciclo	-57	268	1265	-56	35	472
Segundo Ciclo	1886	3316	4747	563	1114	1665

Fuente: Arévalo, 2018.

* Precio promedio en USD del kg de mora

CONCLUSIONES

Se establecieron los procesos básicos de los sistemas de producción de mora en la provincia de Bolívar, así como los coeficientes técnicos para cada variable en estudio, en base a la información primaria de 90 productores de mora.

Las alternativas tecnológicas del INIAP propuestas para maximizar los beneficios de los sistemas convencionales de producción de mora en los dos grupos de productores, determinaron que los beneficios netos se incrementan en promedio en 26% y 66% en el primer y segundo ciclo, respectivamente, en comparación a los sistemas convencionales de producción. La variación de los precios del kg de mora de los sistemas originales desde USD 0.92 a 1.15 en el grupo 1 y desde USD 0.87 a 1.09 en el grupo 2, permitió obtener incrementos promedios de 43% y 49% en los beneficios netos, respectivamente, sin embargo, estos están supeditados a la oferta o demanda de la fruta y también a los intermediarios que de una u otra forma se llevan un buen porcentaje de la ganancia de los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, V.; Alwang, J.; Andrago, G.; Domínguez, J.; Escudero, L.; Martínez, A.; Jácome, R. y Arévalo, J. 2017. La cadena de valor de la mora y sus impactos en la Región Andina de Ecuador. INIAP. Boletín Técnico No. 171. ARCOIRIS Producciones Gráficas. Quito, Ecuador. 161 p.
- Herforth, N.; Theuvsen, N.; Vásquez, W. y Wollni, M. 2015. Understanding participation in modern supply chains under a social network perspective-evidence from blackberryfarmers in the Ecuadorian Andes. Global Food. February 2015, ISSN (2192-3248).
- Barrera, V.; Alwang, J. y Núñez, E. 2010. Estrategias de medios de vida que diferencian a los grupos de hogares de la subcuenca del río Chimbo. pp. 39-68. En: Barrera et al. (eds). Experiencias en el manejo integrado de los recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador. 1ra. Ed. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador. 316 p.
- Hillier, F. y Lieberman, G. 1991. Introducción a la Investigación de Operaciones. 3ra. Ed. Traducido de la 5ta. Ed. en inglés "Introduction to operation research por González, M. México DF. 956 p.

Evaluación de Prácticas de Agricultura de Conservación en el Sistema de Producción Papa-Pasto en la Cuenca Alta del Río Paute

Víctor H. Barrera, Luis O. Escudero¹, Yamil E. Cartagena¹, Juan C. Arévalo¹, Jorge W. Coronel¹, Miguel A. Guamán¹, Maximiliano J. Ochoa¹, Hernán M. Lucero¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.
E-mail: victor.barrera@iniap.gob.ec

Palabras clave: Labranza, cultivos de cobertura, rotaciones.
Área temática: Socio-economía y cambio climático.

INTRODUCCIÓN

Los habitantes de la cuenca alta del río Paute dependen fundamentalmente de las actividades agropecuarias para su sustento, y más del 58% (Zhoray) y 64% (Pindilig) de la población económicamente activa se dedica a ella, en donde el sistema de producción papa-pastos es el más utilizado. Estas zonas se caracterizan por pendientes inclinadas, condiciones climáticas adversas y niveles anuales de erosión de los campos cultivados en un rango de 10 a 50 t ha⁻¹ (Henry *et al.*, 2013), que son significativamente mayores a los encontrados en áreas no cultivadas.

Estudios de análisis de vulnerabilidad conducidos en esta zona sugieren el uso de prácticas de agricultura de conservación (AC) para solucionar los problemas de deterioro del suelo y aumentar los niveles de productividad. Según FAO (2016), la AC incluye tres principios básicos: mínima alteración al suelo, cobertura permanente del suelo, y rotación de cultivos. El uso labranza reducida, cultivos de cobertura (ej. avena-vicia), y rotación de cultivos, son opciones propuestas como un conjunto de prácticas utilizadas en AC (Gallagher *et al.*, 2017).

Este estudio tuvo como objetivo cuantificar los efectos e interacciones de las prácticas de AC en la productividad de los cultivos y los beneficios económicos de los sistemas de producción en una región con fuertes pendientes y altitudes elevadas. Se planteó la hipótesis de que las prácticas de agricultura de conservación promueven la conservación y mejoramiento de los nutrientes del suelo, el mínimo escurrimiento y erosión del suelo, lo cual se refleja en el incremento de los rendimientos de los cultivos y beneficios económicos para los agricultores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo una investigación entre el 2015 y 2017 en donde se evaluaron prácticas de AC, en el contexto del sistema de producción papa-pasto, con una rotación de seis cultivos (papa-avena-vicia-arveja-maíz-pastos); los factores en estudio fueron: A= labranza (A1= convencional y A2= reducida) y B= cobertura (B1= sin residuo y B2= con residuo). Se evaluaron cinco tratamientos provenientes de la combinación de los factores A x B más el testigo del agricultor. Se establecieron tres repeticiones, cada una de las cuales correspondía a un sistema de producción. Se utilizó un DBC en arreglo factorial de 2x2+1.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos en rotación; costos de las prácticas y de los cultivos en USD ha⁻¹; y los beneficios en USD ha⁻¹ basados en la producción de los cultivos en t ha⁻¹. También se evaluaron las variables de física y química de suelos.

En la cuenca alta del río Paute se seleccionaron tres lotes de 936 m² cada uno, que estuvieron cultivados por varios años, y el tamaño de cada parcela experimental fue de 90 m² (15 m x 6 m). En cada sitio se tomó muestras de suelo por cada unidad experimental al inicio y al final de cada cultivo: en el caso de papa a una profundidad de 25 cm, y para el caso de los cultivos de avena-vicia, arveja y maíz se tomaron muestras de suelos a dos profundidades: 0-10 cm y 11-20 cm, para el análisis químico y físico de suelos se tomaron las muestras a 25 cm de profundidad en todos los cultivos. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos de papa, avena-vicia, arveja y maíz suave

En la Tabla 1 se muestran los promedios y las pruebas de LSD al 5% para las variables rendimiento de papa, avena-vicia, arveja y maíz suave en choclo en t ha⁻¹.

Tabla 1. Promedios y pruebas de LSD al 5% para las variables rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos en rotación. Cuenca alta del río Paute, Ecuador, 2015-2017.

Factores en estudio	Rendimiento en t ha ⁻¹			
	Papa 2015	Avena-Vicia 2016	Arveja 2016	Maíz Suave 2017
Labranza:				
Convencional	15.81 b	46.67 a	5.45 b	21.58 a
Reducida	18.57 a	46.29 a	7.22 a	20.81 a
Cobertura:				
Sin residuo	16.44 a	45.36 a	5.99 a	20.79 a
Con residuo	17.94 a	47.59 a	6.67 a	21.61 a
Labranza por Cobertura:				
Convencional-sin residuo	14.62 a	46.36 a	5.04 a	20.55 a
Convencional-con residuo	16.99 a	46.97 a	5.85 a	22.62 a
Reducida-sin residuo	18.26 a	44.37 a	6.95 a	21.01 a
Reducida-con residuo	18.88 a	48.21 a	7.48 a	20.60 a
Testigo versus el Resto				
Testigo	12.51 b	30.85 b	4.10 b	12.54 b
Resto de tratamientos	17.19 a	46.48 a	6.33 a	21.19 a

Fuente: Proyecto Cambio Climático, 2015-2017.

Sin residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y saca de la superficie del suelo.

Con residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y deja en la superficie del suelo.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0.05$).

Del análisis de los resultados obtenidos para las variables de rendimiento, se puede señalar preliminarmente que el realizar una labranza reducida y mantener un suelo cubierto con residuo de cosecha y con un cultivo de cobertura como avena-vicia, sí contribuye a incrementar los rendimientos de papa, avena-vicia, arveja y maíz suave en choclo. La experiencia que se está obteniendo en esta investigación es que las prácticas de AC ya muestran sus beneficios en los rendimientos en el corto plazo de evaluación (2 años) y que se considera que los beneficios absolutos se pueden conseguir en el mediano y largo plazo, tal como lo señalan Jat *et al.* (2012), quienes indican que las prácticas de AC sí afectan positivamente los rendimientos de los cultivos en el mediano y largo plazo.

Costos y beneficios en USD ha⁻¹ por la rotación

En la Tabla 2 se muestran los promedios y las pruebas de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹.

Tabla 2. Promedios y prueba de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ de los cultivos en rotación. Microcuenca del río Sicalpa, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2015-2017.

Tratamientos en estudio	Beneficio Bruto (USD ha ⁻¹)	Costo Total (USD ha ⁻¹)	Beneficio Neto (USD ha ⁻¹)
Labranza:			
Convencional	15124 a	6179 a	8945 b
Reducida	16530 a	5560 b	10970 a
Cobertura:			
Sin residuo	15286 a	6110 a	9176 b
Con residuo	16369 a	5629 b	10740 a
Labranza por Cobertura:			
Convencional-sin residuo	14296 a	6318 a	7978 a
Convencional-con residuo	15953 a	6040 a	9913 a
Reducida-sin residuo	16276 a	5902 a	10374 a
Reducida-con residuo	16784 a	5218 a	11566 a
Testigo versus el Resto			
Testigo	10447 b	5291 b	5155 b
Resto de tratamientos	15827 a	5870 a	9957 a

Fuente: Proyecto Cambio Climático, 2015-2017.

Sin residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y saca de la superficie del suelo.

Con residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y deja en la superficie del suelo.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0.05$).

Las prácticas de agricultura de conservación mostraron un incremento en el beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹, de 51%, 11% y 93%, respectivamente, en relación al testigo. En la variable costo total en USD ha⁻¹, labranza convencional y cobertura sin residuo se reportaron en el rango *a* y fueron superiores en 10% y 8% al costo total obtenido con la labranza reducida y cobertura con residuo, respectivamente, que se reportaron en el rango *b*. Para la variable beneficio neto en USD ha⁻¹, la labranza reducida y cobertura con residuo se reportaron en el rango *a* y fueron superiores en

23% y 17% al beneficio neto obtenido con la labranza convencional y cobertura sin residuo, respectivamente, que se reportaron en el rango *b*. No se reportaron diferencias significativas para la variable beneficio bruto.

Del análisis de los resultados de las variables relacionadas con los costos y beneficios de los factores en estudio evaluados se puede señalar que los mejores beneficios brutos y beneficios netos en USD ha⁻¹ por ciclos de cultivo en rotación se pueden obtener cuando se realiza labranza reducida y cuando se mantiene el suelo con residuos, en donde la avena-vicia es un cultivo de cobertura muy relevante. El uso de la labranza reducida y la cobertura con residuo permite disminuir los costos totales en USD ha⁻¹ en comparación al uso de labranza convencional y cobertura sin residuo.

CONCLUSIONES

Los avances de la investigación permiten concluir preliminarmente que los tratamientos de AC muestran mayores rendimientos en los cultivos en rotación: papa, avena-vicia, arveja y maíz suave en choclo en comparación con el tratamiento testigo del agricultor. Los factores en estudio labranza reducida y cobertura con residuo muestran un beneficio positivo en los rendimientos a medida que se avanza en la evaluación de los cultivos en rotación, en comparación con los factores labranza convencional y cobertura sin residuo.

Los agricultores de la cuenca alta del río Paute son conscientes de los beneficios ambientales de las prácticas de agricultura de conservación, aunque las consideraciones económicas son los principales motores para adoptar estas prácticas. Los siguientes ciclos de cultivo que se evalúen proporcionarán evidencias ciertas de los beneficios de la labranza reducida y cobertura con residuos, para mejorar la sostenibilidad de sus sistemas de cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. (2016). Conservation agriculture. Disponible en: www.fao.org/ag/ca (Consulta el 10 de enero 2018).
- Gallagher, R.; Stehouwer, R.; Barrera, V.; Alvarado, S.; Escudero, L.; Valverde, F.; Portilla, A. y Domínguez, J. (2017). Yield and nutrient removal in potato-based Conservation Agriculture cropping systems in the high altitude Andean region of Ecuador. *Published in Agron. J.*, (109),1-13.
- Henry, A.; Mabit, L.; Jarramillo, R.; Cartagena, Y. y Linch, J. (2013). Land use effects on erosion and carbon storage of the río Chimbo watershed, Ecuador. *Plant and Soil*, (367), 477-491.
- Jat, R.; Wani, S. y Sahrawat, K. (2012). Conservation agriculture in the semi-arid tropics: prospects and problems. *Advances in Agronomy*, (17), 191-273.



Brechas de Rendimiento de los Principales Cultivos del Ecuador con Relación a Países de América Latina y el Caribe

*Victor H. Sánchez-Arizo¹, Karla I. Tinoco¹, José L. Zambrano¹,
Cristina Iglesias¹, Duther A. López¹*

*¹Dirección de Gestión del Conocimiento Científico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
E-mail: victor.sanchez@iniap.gob.ec*

Palabras clave: *Producción mundial, productividad agrícola, superficie de cultivo.*

Área temática: *Socioeconomía y cambio climático.*

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es muy importante para la economía nacional, debido al fuerte encadenamiento con otros sectores productivos. El aumento de la competitividad del sector agropecuario ecuatoriano, a partir del mejoramiento de los procesos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I&D+i) de los sistemas de producción de los rubros de influencia económica, la seguridad y soberanía alimentaria, es uno de los intereses y fines del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La importancia de la agricultura en el país se ve reflejada en el Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA) que en los últimos tres años ha estado en alrededor de 8.4 mil millones de dólares. Los rubros de importancia económica para el país (a excepción de flores, caña de azúcar y brócoli), más los rubros de importancia de seguridad alimentaria como raíces y tubérculos, leguminosas y granos andinos, entre otros, y los sistemas agroproductivos amazónicos, fueron priorizados por el INIAP para desarrollar su agenda de I&D+i. En esos rubros se ha generado conocimiento y se continúa investigando para identificar alternativas tecnológicas que impulsen la productividad. Sin embargo, es necesario disponer de la información del avance de los procesos de mejora productiva a nivel país, medidos en términos de productividad. Esto como una manera de medir la efectividad de las tecnologías en el campo de los productores. También para conocer las brechas de rendimiento frente a otros países que están produciendo los mismos rubros en el continente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la productividad se realizó en base a los rubros priorizados en la agenda I&D+i del INIAP y que son de mayor importancia en el aporte al PIBA (arroz, banano, cacao, café, maíz duro, palma aceitera y papa). Se identificaron los principales países productores a nivel mundial y luego se analizó la brecha de rendimiento frente a los mejores índices mostrados en los países de la América Latina y El Caribe (ALC). La información secundaria se obtuvo en las páginas electrónicas de la FAO, la USDA, del Sistema de Información del MAG y del INEC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El arroz representa el 7% del PIBA, en el 2017 se sembraron 370 406 ha (INEC 2017). Ecuador ocupa el puesto 32 como productor y los mayores productores son: China (29%), India (22.6%) e Indonesia (7.6%) (USDA 2018). En ALC, Brasil y Perú son los más representativos en cuanto a producción se refiere. En el Ecuador se lo obtiene en varios ciclos por año y los rendimientos son variados en cada uno de esos ciclos. Para el 2017, el rendimiento promedio fue de 5.22 t ha⁻¹ de arroz en cascara (MAG 2018) y es

81% y 106% menor a lo reportado en Perú y en Uruguay, respectivamente (FAOSTAT 2018).

El banano, en el 2017, se cultivaron 166 972 ha (INEC 2017), y es considerado un rubro de seguridad alimentaria, ya que está asociado a la dieta de la población y la generación de empleo directo e indirecto: representa el 20% del PIBA del país. En el mundo, los dos principales productores, en el año 2016, fueron: la India y la China con el 23% y el 21% del total producido, respectivamente. Esos dos países son seguidos por Indonesia, Brasil, Ecuador y Filipinas con producciones de alrededor del 5% cada uno. En ese mismo año, el rendimiento obtenido en Ecuador llegó a 36.21 t ha⁻¹; valor que es menor en un 75% y 57 % frente a las productividades reportadas en Nicaragua y en Costa Rica (FAOSTAT 2018).

La producción de cacao aporta con el 3 % en el PIBA ecuatoriano, se cultivaron 573 516 ha para el 2017 (INEC 2017). En Ecuador, el rendimiento, en el año 2016, fue de 0.52 t ha⁻¹ (MAG 2018). En ese año, los principales productores fueron: Costa de Marfil con el 33 % y Ghana con el 19%, del total de la producción. (FAOSTAT 2018). En ALC, Perú y Bolivia reportaron mayores rendimientos que lo obtenido en Ecuador, en alrededor del 53 % y el 15 %, respectivamente (MAG 2018, FAOSTAT 2018). Mientras que frente a los grandes productores mundiales mencionados anteriormente, la brecha de rendimiento también es desfavorable, ya que se observan diferencias del 25.09 % y el 23.36 %, respectivamente.

El cultivo de café significa el 1% del PIBA nacional: estuvo sembrado en 52 714 ha en el 2017 (INEC 2017). En ese mismo año, y respecto a la cantidad producida en Sudamérica, el Ecuador aportó con el 0.28 % del total, mientras que a nivel mundial produjo el 0.12 % (USDA 2018). El mayor productor es Brasil (32%) seguido de Vietnam y Colombia que juntos reúnen el 27.9% del total. La productividad en el Ecuador, en el 2017, fue de 0.49 t ha⁻¹ de grano seco (MAG 2018), misma que resulta menor a lo reportado por los principales países productores en ALC, ya que Brasil y Colombia obtuvieron productividades de 4.13 y 2.52 veces superiores, respectivamente (FAOSTAT 2017).

El maíz duro aporta con el 9% del PIBA ecuatoriano y, en el 2017, se sembraron 388 534 ha (INEC 2017). El principal productor mundial es Estados Unidos de Norteamérica, ya que aporta el 35.8 %, seguido por China y Brasil con el 20.8 % y 8.9 %, respectivamente (USDA 2018). Ecuador ocupa el puesto 50 de la producción a nivel mundial; y en el 2017, su rendimiento estuvo en alrededor de 5.89 t ha⁻¹ (MAG 2018). La productividad de maíz es menor en el 26 % y 21 % si se compara con lo reportado en Argentina y Uruguay.

La palma aceitera estuvo sembrada en 313 882 ha para el 2017 (INEC 2017), es uno de los principales rubros agroindustriales del Ecuador, y aporta con el 3% del PIBA del país. Las 572 000 t de aceite crudo obtenidos durante el 2016 le permitió ubicarse como el sexto lugar a nivel mundial (FEDEPAL 2016). En ALC, el principal productor es Colombia con 1,3 millones de toneladas; existen otros países con producciones importantes como Honduras y Brasil con 485 000 y 420 000 toneladas, respectivamente. Los rendimientos son bajos, ya que, en el 2015 se obtuvieron 2.17 t ha⁻¹ frente a Colombia con 3.2 t ha⁻¹ y Costa Rica con alrededor de 4 t ha⁻¹.

El cultivo de papa es la principal fuente de ingreso económico para los agricultores de la zona alto andina de nuestro país; en el 2017, se lo sembró en 32 188 ha (INEC 2017);

el 88 % de producción está manos de los pequeños agricultores, mientras que el 12 % lo conforman los grandes agricultores. La producción de papa aporta con el 2% del PIBA nacional. En el 2017, el rendimiento promedio fue de 15.6 t ha⁻¹, cifra que está por debajo de lo reportado en Brasil y Argentina, países que llegaron a valores de 29 t ha⁻¹ cada uno (FAOSTAT 2018). A continuación, en la Tabla 1, se muestra un resumen de lo discutido en el presente documento.

Tabla 1. Brechas de rendimiento productivas de los principales cultivos agrícolas que aportan al PIBA del Ecuador.

Rubro	Participación PIBA (%)	Superficie cultivada (ha)	Rendimientos (tha ⁻¹) 2016-2017	Brecha Rendimiento (%) frente a los mejores valores reportados en países de ALC			
Arroz	7	370 406	4,16	81%	P	106%	U
Banano	20	166 972	36,21	75%	N	57%	CR
Cacao	3	573 516	0,52	63%	P	13%	Bo
Café	1	52 714	0,49	313%	B	152%	C
Maíz duro	9	388 534	5,89	26%	A	21%	U
Palma aceitera	3	313 882	2,17	47%	C	84%	CR
Papa	2	32 188	15,6	85%	A	85%	B

A=Argentina; B=Brasil; Bo=Bolivia; C=Colombia; CR=Costa Rica; N=Nicaragua; P=Perú; U=Uruguay
Fuente: INEC 2017, USDA 2018, MAG 2018, FAOSTAT 2018, FEDEPAL, 2016

CONCLUSIONES

En el presente estudio se muestra un análisis de la producción de los rubros que mayor aportan al PIBA del Ecuador, y que han sido priorizados en la agenda de I&D+i del INIAP, en el contexto mundial. Se comparan los rendimientos de esos cultivos en el Ecuador con los mejores valores reportados en los países de América Latina y El Caribe. Los resultados advierten brechas que van de 21% al 313% en los cultivos importantes en la economía del Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2017). Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/> (Consulta el 17 mayo de 2018).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT). (2017). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#compare> (Consulta el 17 mayo de 2018).
- Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional (FEDEPAL). (2017). Disponible en <http://fedapal.org/web2017/> (Consulta el 17 mayo de 2018).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2018). Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php> (Consulta el 17 mayo de 2018).
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2018. disponible en <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx> (Consulta el 17 mayo de 2018).

Uso eficiente de la Biomasa Residual: Fraccionamiento Para la Obtención de Biocombustibles y Bioproductos en las Agro y Biorefinerías

Lourdes M. Orejuela Escobar¹

¹*Departamento de Ingeniería Química, Colegio de Ciencias e Ingenierías. Universidad San Francisco de Quito. Círculo Cumbayá, Diego de Robles y Avenida Pampite. Quito, Ecuador.
E-mail: lorejuela@usfq.edu.ec*

Palabras claves: *Agrorefinerías, deconstrucción, líquidos iónicos.*

Área temática: *Socioeconomía y cambio climático.*

INTRODUCCIÓN

La bioeconomía propende al crecimiento basado en el desarrollo sustentable y el uso eficiente de la diversidad biológica. La biomasa lignocelulósica es un recurso renovable, disponible y abundante, que se convierte en un pilar de la bioeconomía. Las bio y agrorefinerías utilizan la biomasa residual forestal, agrícola y agroindustrial para obtener bioenergía y bioproductos mediante la conversión de los carbohidratos de la biomasa a azúcares fermentables, para la producción de biocombustibles líquidos para el transporte, así como de compuestos químicos con alto valor agregado como precursores químicos, alimentos funcionales, fármacos, cosméticos, etc. Las paredes celulares vegetales están compuestas de celulosa, hemicelulosa, y lignina, y forman una estructura compleja que actúa como una barrera a la digestión enzimática y limita la sacarificación de la celulosa, por lo que es necesario un pretratamiento para su deconstrucción. La tecnología tradicional para liberar los biopolímeros es intensiva en el uso de energía y reactivos, en consecuencia hay mucho interés en la comunidad científica por nuevos procesos y solventes más respetuosos con el ambiente, como la glicerina, los líquidos iónicos y los solventes eutécticos profundos (SEPs) para el fraccionamiento de la biomasa y aislamiento selectivo de los biopolímeros. Eso brinda la posibilidad de la valorización de la biomasa residual y la viabilidad de un desarrollo sustentable basado en la bioeconomía.

Los pretratamientos pueden ser mecánicos, físico-químicos, químicos y biológicos. Entre los químicos se han utilizado ácidos, bases, y solventes para acceder a los diferentes componentes estructurales de la biomasa. Dentro de los procesos químicos, el proceso Organosolv ofrece la posibilidad de aislar los biopolímeros mediante la solvatación de las hemicelulosas, pero su volatilidad y toxicidad obligan a la búsqueda de solventes que sean más seguros. A este respecto, los llamados “solventes verdes” superan estas desventajas y permiten la recuperación de los tres componentes lignocelulósicos de forma menos degradada y utilizable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se contó con la nueva generación de solventes como los líquidos iónicos de imidazolio y catalizadores ácidos para el caso del uso de la tecnología con líquidos iónicos en la extracción sólido-líquido. Para el uso de glicerina y de solventes eutécticos profundos de cloruro de colina - razón molar (1:2) para la extracción sólido-líquido de la biomasa,

mientras que para la extracción líquido-líquido de los componentes de bajo peso molecular como los compuestos fenólicos se usaron solventes orgánicos como el acetato de etilo, etanol; y dioxano para la extracción de lignina y fracciones de lignina.

Para la caracterización de los componentes del fraccionamiento de la pared celular se usó la cromatografía líquida de alto rendimiento HPLC con detectores UV y de índice de refracción, cromatografía iónica IC, y cromatografía preparativa y espectroscopia. Para la determinación de la cristalinidad de la celulosa se utilizó rayos X (XDR). Las fracciones de lignina se caracterizaron con resonancia magnética nuclear RMN, de fósforo y 2D-RMN (de dos dimensiones) y para la determinación del peso molecular se usó la cromatografía de exclusión molecular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Líquidos Iónicos para el Fraccionamiento de la Matriz Lignocelulósica

Esta tecnología se usó como pretratamiento de residuos agrícolas (rastraje de maíz) y residuos municipales mediante la extracción sólido-líquido con líquidos iónicos de imidazolio con catalizadores ácidos. Se optimizó la deconstrucción de la matriz lignocelulósica hasta 30 veces, obteniéndose 1) azúcares fermentables para bioetanol, y 2) en productos de lignina depolimerizada. Los productos del pretratamiento fueron centrifugados y luego sometidos a la extracción. Tanto los azúcares como las fracciones de lignina fueron eficientemente recuperados mediante extracción líquido-líquido [1]. Esta tecnología tiene la gran ventaja de eliminar el uso de las enzimas, que son costosas y muy específicas. Esto simplifica el proceso y reduce en gran medida el costo de operación. Además el líquido iónico, de por sí caro, puede ser reciclado. No obstante, para que esta tecnología sea replicable se requiere bajar los costos de los líquidos iónicos para su uso no solo en laboratorios y plantas piloto sino también a escala industrial.

Tratamiento Térmico con Glicerina para la Recuperación de Lignina y Hemicelulosa sin Degradación de la Celulosa

La glicerina ha sido empleada como biosolvente en la deconstrucción de la matriz lignocelulósica desde hace varios años. Recientemente, Zhang et al. [2] sometieron madera latifoliada molida a un tratamiento térmico con glicerol a 200-240°C (GTP, Glycerol Thermal Processing) en un extrusor. El mecanismo de acción fue la ruptura de los enlaces β -O-4 de la lignina nativa. A pesar de que la lignina sufrió condensación en la posición C₅ debido a la alta temperatura y al esfuerzo cortante en el equipo, ésta pudo ser recuperada mediante extracciones con dioxano acuoso. El rendimiento fue de hasta un 41% de lignina Klason. Esta lignina, puede tener aplicaciones prácticas en adhesivos o resinas y también puede ser incluida en formulaciones para fabricación de termoplásticos. Las hemicelulosas fueron extraídas con soluciones alcalinas y recuperadas como sólido cristalino. La celulosa de alta calidad puede ser hidrolizada con enzimas y luego fermentada para la producción de biocombustibles. Los oligómeros de hemicelulosa encuentran uso potencial como biopelículas para empacar alimentos procesados o puede ser hidrolizada enzimáticamente a azúcares C₅ y C₆ que luego pueden ser fermentados para la obtención de biocombustibles. La desventaja de este proceso es el uso de equipo especializado, no muy común en laboratorios de investigación ni en plantas piloto en nuestro medio.

Deconstrucción de la Pared Celular de la Biomasa con Solventes Eutécticos Profundos (SEPs)

Los SEPs son mezclas de donadores y aceptores de hidrógeno con punto de fusión menor que el de sus componentes (eutéctico). Permiten la disolución selectiva de los biopolímeros, aumentando el área superficial de la celulosa y la porosidad de la pared celular. Los SEPs con cloruro de colina (vitamina B) y glicerol son naturales, biodegradables, no tóxicos, de fácil manejo y térmicamente estables. Son ampliamente empleados con biomasa residual de palma africana, maíz, arroz, cebada, trigo, madera, etc. y extracción de productos naturales de alto valor agregado (fitoquímicos) ya que permite el fraccionamiento en: 1) celulosa de mejor calidad, es decir fibras con bajo contenido de hemicelulosa y lignina y más accesible a las enzimas, 2) azúcares C₅ y C₆ (xilosa, manosa, arabinosa y galactosa) provenientes de la hemicelulosa, y 3) lignina de bajo y alto peso molecular y compuestos fenólicos de bajo peso molecular [3]. El efecto del pretratamiento en la biomasa fue monitoreado por la pérdida de peso, el análisis de la composición química mediante cromatografía iónica de la biomasa antes y después del pretratamiento y por el balance de masa. Como subproductos se encontraron ácido acético y los llamados humins, que son productos biodegradados de los azúcares. No obstante su aplicación viabiliza la bio y agrorefinería, los SEPs son costosos por ser productos de importación en Ecuador.

CONCLUSIONES

Las agro y biorefinerías integran conocimientos de varias ramas de la ciencia, en consecuencia requieren de la colaboración de áreas como la Agronomía, Química, Ingeniería Química, Biología, Biotecnología, Ingeniería Biotecnológica, Microbiología y Ciencia de Materiales para desarrollar tecnologías innovadoras que a la vez que permitan la valorización de los residuos agrícolas, forestales, agroindustriales y municipales y a la vez sean respetuosos con el ambiente. El uso de nuevos solventes selectivos que aseguren el fraccionamiento eficiente de la biomasa residual en sus tres componentes celulosa, hemicelulosa y lignina y a la vez puedan ser recuperados en formas menos degradadas y se obtengan plataformas químicas para desarrollar nuevos biocombustibles y nuevos bioproductos que diversifiquen la oferta de productos químicos en base biológica que sean biodegradables y sustentables es una prioridad para fomentar la bioeconomía y el uso sustentable de los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Li, C.L., et al., *Scale-up and process integration of sugar production by acidolysis of municipal solid waste/corn stover blends in ionic liquids*. Biotechnology for Biofuels, 2017. 10.
- Zhang, W., et al., *Revealing the thermal sensitivity of lignin during glycerol thermal processing through structural analysis*. RSC Advances, 2016. 6(36): p. 30234-30246.
- Orejuela, L.M., *Lignocellulose deconstruction using glyceline and a chelator-mediated Fenton system*. 2017, Virginia Tech.

Identificación de los Tipos de Circuitos Cortos de Comercialización en Una Organización de Agricultura Familiar

Diego F. Peñaherrera¹, Victoria A. López¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
Email: diego.penaherrera@iniap.gob.ec

Palabras clave: Escuela de negocios para agricultores, intermediario, productos agroecológicos.
Área temática: Socioeconomía y cambio climático.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la Agricultura Familiar (AF) es importante debido a que produce hortalizas, raíces, tubérculos, leguminosas, cereales, granos andinos, frutas, lácteos y procesados con un enfoque agroecológico o de bajo uso de insumos químicos para su producción. Se estima que el 88% de las explotaciones agropecuarias son de tipo familiar, quienes en promedio tienen fincas de 6,9 ha, ocupando menos del 47% de la superficie cultivable del país, asimismo, la (CEPAL, 2013) señala que más del 60% de la AF corresponde al tipo de subsistencia y que comercializa los excedentes”. Además, (MAG, 2013) manifiesta que estas organizaciones producen productos agropecuarios de calidad, pero tienen problemas en la comercialización, debido a que los intermediarios y los mayoristas no pagan el precio que les permita obtener un mayor beneficio – costo al productor.

Los circuitos cortos o circuitos de proximidad constituyen una forma de comercialización alternativa basada en la venta directa de productos frescos o de temporada sin intermediario, o reduciendo al mínimo la intermediación, entre productores y consumidores. Los circuitos cortos de comercialización permiten el acercamiento entre los productores de las Organizaciones campesinas y los consumidores, promoviendo el trato humano y directo (CEPAL,FAO,IICA, 2013).

La presente investigación se realizó con la organización “Fuerza y Trabajo” ubicada en la comunidad de Puichig de Machachi del cantón Mejía de la Provincia de Pichincha que produce y distribuye hortalizas, frutas, leche, queso, huevos. Desde el año 2015, por los procesos de capacitación en producción y comercialización realizada por el MAG y por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la organización comercializa sus productos a través de circuitos cortos de comercialización (CCC).

Este trabajo es importante debido a que no existen antecedentes de investigaciones previas que se enfoquen en el análisis de los factores que facilitan y/o limitan la aplicación de nuevos circuitos cortos de comercialización en una organización de la AF y la identificación de las mejores alternativas en circuitos cortos de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Organización cuenta con 30 socios de los cuales el 86,7% son mujeres y el 13,3% son hombres, se identificó que en promedio cada socio cuenta con unidades productivas

menores a 0.5 hectáreas, en las que siembran sus productos agroecológicos (hortalizas, papas, leguminosas y cereales) y se dedican a la producción de leche con cinco vacas en promedio.

La investigación se basó en un estudio de caso, se realizaron 10 entrevistas a personas expertas en CCC, encuestas a 40 técnicos que trabajan en circuitos cortos y 30 encuestas a la totalidad de los miembros de la Organización.

Se realizó el análisis FODA, esta es una herramienta de gran utilidad en los procesos de planificación estratégica, que proporciona información primaria, de vital importancia para la toma de decisiones y trazar una trayectoria que guíe a la Organización, sobre la base de la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas y se efectuó, la denominada Matriz MAFE, que permite desarrollar cuatro tipos de estrategias (FO, DO, FA y DA).

Además, se realizaron encuestas a cinco restaurantes de Machachi y a 30 consumidores del Club Residencial Los Chillos, para lo cual se utilizó la herramienta sondeo rápido de mercado por agricultores de la metodología Escuela de Negocios para Agricultores (ENA) generada por el Centro Internacional de la Papa (CIP), que consiste en que los productores son los que realizan las encuestas o entrevistas y la negociación a convenir, asimismo el técnico extensionista que está involucrado en el proceso de producción – mercadeo es solo un facilitador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos nuevos circuitos cortos de comercialización: 1) venta a restaurantes y 2) entrega a domicilio.

Los beneficios del circuito venta a restaurantes son: entrega a cinco restaurantes de Machachi que adquirirán los productos agroecológicos cada 15 días están a una distancia de cinco kilómetros en referencia a Puichig, la relación Beneficio- Costo de este circuito es del USD 1.35, en comparación del USD 1.05 que recibían al vender al intermediario, con este circuito se coloca un 25% de la producción del 39% que se vende al intermediario, se obtuvo cada 15 días un ingreso de USD 738,30, por la cercanía geográfica la Organización gastaría menos en costos referentes a transporte, además no necesitan de embalajes especiales, menos aún de cadena de frío. Con referencia al transporte la Organización ahorró USD 25 al mes, porque no tuvo que ir a buscar donde entregar sus productos.

Los beneficios del circuito entrega a domicilio son: entrega de 30 canastas agroecológicas en el conjunto habitacional Club Los Chillos cada 15 días. El número de canastas fue producto de las negociaciones realizadas por parte de los productores mediante la herramienta ENA y las encuestas. La Organización obtuvo ingresos cada 15 días que ascienden a USD 676.5. Donde su venta es segura y no tienen que preocuparse del mercado. La relación Beneficio- Costo es de USD 1,38, en comparación del USD 1,05 que recibían al vender al intermediario. Con este circuito se coloca un 14% de la producción del 39% que se vende al intermediario.

CONCLUSIONES

Los factores que facilitan el desempeño de los nuevos circuitos cortos son: la Organización tiene experiencia en los CCC; cuentan con el apoyo del MAG y del INIAP; los socios se han empoderado de la producción agroecológica; la Organización cuenta con estatutos y reglamentos; los productos son agroecológicos; los socios están comprometidos con el trabajo como organización y están dispuestos a invertir en nuevos CCC.

Los factores que limitan el desempeño de los nuevos circuitos cortos son: la Organización no posee un terreno comunitario, riego parcelario; acceso a semillas certificadas; los socios no son capacitados continuamente en temas de comercialización; la mayoría de los socios tienen una edad promedio de 48 años, lo que podría limitar la capacitación de tecnologías digitales.

BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL. (2013). “Agricultura familiar y circuitos cortos, nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición”. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL,FAO,IICA. (2013). Los circuitos cortos como política para la promoción de la agricultura familiar. *Experiencias de los circuitos cortos en latinoamérica*, 21.
- MAG. (21 de 07 de 2013). *Feria agroecológica y orgánica*. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.ec/feria-agroecologica-y-organica-en-loja/>

Prioridades de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias en el INIAP

José Luis Zambrano Mendoza¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Dirección de Gestión del Conocimiento Científico – Investigación. Quito, Ecuador.

Email: jose.zambrano@iniap.gob.ec

Palabras clave: *Agricultura, innovación, planificación.*

Área temática: *Investigación y Desarrollo.*

INTRODUCCIÓN

La planificación es un proceso clave de toda institución. En entidades de investigación y desarrollo tecnológico la planificación debe realizarse a largo, mediano y corto plazo, con indicadores claramente establecidos, ligados a parámetros de ciencia y tecnología utilizados de manera convencional (OECD, 2015).

Las prioridades de investigación de toda institución pública se definen considerando parámetros productivos, económicos y sociales (Palomino y Norton, 1992), pero además deben basarse en la capacidad real de la institución para cumplir con su misión. La investigación y el desarrollo tecnológico (I+D) siempre deben responder a las necesidades del sector, cumplir un rol social y aportar al desarrollo sustentable del país y del planeta. El impacto o posible impacto que genere la investigación y el desarrollo tecnológico debe ser cuantificado y considerado en los planes y políticas del Estado.

El INIAP, como la principal institución de investigación agropecuaria del país, tiene la misión de investigar, desarrollar tecnologías, generar procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector agropecuario, agroindustrial y de forestación comercial, para contribuir al desarrollo sostenible del Ecuador mediante la aplicación de la ciencia, que permita lograr una racional explotación, utilización y conservación de los recursos naturales relacionados con el sector agropecuario, y contribuir al incremento sostenido y sustentable de la producción, productividad y al mejoramiento de los productos agropecuarios.

Un reciente estudio de evaluación e impacto del Plan de I+D del INIAP 2014- 2017, demostró que las tecnologías desarrolladas por el INIAP, en el periodo mencionado, llegaron a alrededor de 467 mil agricultores a nivel nacional a través de la articulación entre el INIAP, el Proyecto Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y otros proyectos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En el 2015 se alcanzó la mayor cobertura de siembra utilizando semilla certificada con variedades INIAP, calculada en función de la superficie nacional sembrada de los rubros: arroz, arveja, cebada, fréjol, haba, maíz duro, maíz suave, papa y trigo, alcanzando una cobertura de 605.333 hectáreas. El impacto del Instituto expresado como aporte al PIB agropecuario consolidado, expresado en volúmenes (toneladas métricas) fue del 16,5% para el año 2016. El trabajo constante del INIAP ha contribuido a incrementar en el presente siglo los volúmenes de producción -en toneladas métricas-, a una tasa promedio anual del 3% (Naranjo, 2017).

El presente documento describe la metodología y los resultados de la construcción del Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico del INIAP.

MATERIALES Y MÉTODOS

En noviembre del 2013, con el apoyo de Coordinadores Nacionales de I+D del INIAP (investigadores de carrera con más de 20 años de experiencia en el sector agropecuario), la Dirección de Investigación y de Planificación del instituto, en varios días de taller analizaron y discutieron las líneas de investigación que la institución debía seguir, con un horizonte de planificación de 10 años (largo plazo), basados en la importancia socioeconómica de los cultivos, las brechas tecnológicas existentes y la capacidad de la institución de hacer frente ante la problemática del sector. Posteriormente se realizó una planificación preliminar por cultivo, con objetivos e indicadores que debían cumplirse a 10 años. Esta planificación preliminar fue discutida en alrededor de 55 talleres con autoridades del MAG (Ministro, Subsecretarios y Coordinadores Nacionales), e investigadores nacionales e internacionales externos a la institución. A mediados del 2014, el Ministro de Agricultura y Ganadería, Presidente del Directorio del INIAP, aprobó la planificación de largo plazo, junto con una planificación de mediano plazo (2014-2017) desarrollada en los talleres entre el INIAP y MAG (Domínguez y Zambrano 2016).

Durante el 2016 y 2017, con miras a la planificación institucional 2018-2022, el INIAP realizó una consultoría externa para determinar el impacto de los resultados logrados con la planificación 2014-2017 y retroalimentar la nueva planificación con una visión externa. En base a estas recomendaciones, la planificación 2018-2022 fue discutida durante el 2017 con 339 actores del sistema (productores, técnicos y directivos zonales del MAG y Gobiernos Autónomos Descentralizados, Universidades, ONG y empresa privada) en mesas de diálogo que se establecieron a nivel nacional en las estaciones y granjas experimentales del INIAP, ubicadas en las Provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Orellana, Napo, Azuay, Pichincha y Galápagos. Finalmente, en el 2017 las líneas de investigación del INIAP fueron discutidas con la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y forman parte de las prioridades nacionales para la convocatoria a proyectos de I+D.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El INIAP dispone de una planificación a largo plazo (2014-2023), que es revisada y priorizada periódicamente en los planes de mediano plazo, dependiendo de las necesidades y oportunidades cambiantes que se presentan en el agro. La planificación actual de mediano plazo está dada por el Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico del INIAP 2018-2022, que fue construido de manera participativa desde las Estaciones Experimentales, con la participación de 339 actores externos al instituto, entre ellos agricultores, investigadores, técnicos, extensionistas y directivos provinciales del MAG, Universidades, GAD, ONG, sector privado y gremios de productores, priorizando las necesidades de los agricultores y considerando las fortalezas del Instituto. La planificación de corto plazo está dada en función de los recursos económicos que anualmente se le asignan al instituto o se gestionan con financiamiento externo.

El Plan del INIAP 2018-2022 está orientado a incrementar de manera sostenible la productividad del sector agropecuario, agroindustrial y forestal del país; conservar los

recursos suelo, agua y genéticos, de interés para la agricultura y alimentación; e incorporar valor agregado a la producción agropecuaria. Las líneas de investigación corresponden a la estrategia que permitirá alcanzar estos objetivos; es así que para incrementar la productividad se requiere semilla de calidad (Fitomejoramiento), con un manejo adecuado del cultivo (Manejo Integrado) y técnicas modernas que permitan acelerar los procesos de investigación y desarrollo tecnológico (Agrobiotecnología). Entre los principales resultados del plan, se prevé incrementar el rendimiento entre un 10 y 15% de los cultivos con que trabaja el INIAP, conservar y utilizar los recursos fitogenéticos del país, y disminuir en al menos 20% el gasto por el uso de pesticidas en los cultivos que trabaja el INIAP, principalmente en papa. Las metas y objetivos del Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico 2018-2022 están alineados a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establecido por la ONU, al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 y a la Gran Minga Nacional Agropecuaria (Zambrano *et al.*, 2018).

La planificación y priorización en I+D del INIAP está abierta a aprovechar los cambios que el entorno productivo establezca y a aprovechar las oportunidades que puedan presentarse en el transcurso tiempo. El conocimiento es dinámico y cambia de manera permanente, sin embargo el disponer de un plan en I+D establece una hoja de ruta a seguir, con objetivos e indicadores declarados que sirven de guía a los investigadores y reflejan el interés institucional de responder a las necesidades del sector y aportar al desarrollo sustentable del sector agropecuario del país.

CONCLUSIONES

El INIAP dispone de una planificación y priorización de las actividades de I+D con objetivos e indicadores de largo, mediano y corto plazo, construida en base a la demanda y de manera participativa desde las principales zonas agropecuarias del país, donde se han priorizado líneas de acción relacionadas con la agricultura familiar y cultivos extensivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Naranjo, M. (2017). Informe de Consultoría: “INIAP - La investigación agropecuaria: trascendencia, implicaciones y desafíos”. IICA, En edición. Quito, Ecuador. 402 pp.
- OECD. (2015). Frascati Manual: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, the measurement of scientific, technological and innovation activities. OECD Publishing, Paris. Disponible en: <http://bit.ly/2x7no72>
- Palomino, J., Norton, G. (1992). Determinación de prioridades de investigación en Ecuador. INIAP, FUNDAGRO, ISNAR. Quito, Ecuador. 54 pp.
- Zambrano, J., Barrera, V., Murillo, I., Domínguez, J. (2018). Plan estratégico de investigación y desarrollo tecnológico del INIAP 2018 – 2022. INIAP, Offset Abad. Guayaquil, Ecuador. 62 pp. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/web/plan-estrategico-de-investigacion-y-desarrollo-tecnologico-del-iniap/>.
- Domínguez, J., Zambrano, J. (2017). Plan estratégico de investigación, desarrollo e innovación (PE I+D+i) 2014-2017. INIAP. Quito, Ecuador. 72 pp. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/snif/pei/pei1.pdf>

Estudio de Diversidad de Cuyes Nativos (*Cavia porcellus*) de la Provincia de Tungurahua – Ecuador Como Base de un Proyecto de Conservación

*José G. Camacho*¹, *Katerine Orbe*², *Milton Gordillo*³, *Johanna Buitrón*²,
*Juan P. Garzón Prado*³, *Luis F Rodríguez*⁴.

¹ Estación Experimental Santa Catalina – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Unidad de Desarrollo Tecnológico de Tungurahua.

² Departamento de Biotecnología - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

³ Estación Experimental del Austro - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

⁴ Estación Experimental Santa Catalina – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Programa de Ganadería y Pastos

E-mail: jose.camacho@iniap.gob.ec

Palabras claves: Alelos, diversidad genética, micro satélite.

Área temática: Recursos fitogenéticos, fitomejoramiento y agrobiotecnología.

INTRODUCCIÓN

El *Cavia porcellus*, es una especie de importancia para la seguridad alimentaria en el Ecuador y su manejo a implicado alta consanguinidad perjudicando la diversidad genética sobre la cual se desarrolla esta investigación en la provincia de Tungurahua. El objetivo fue determinar el nivel de variabilidad genética existente entre los individuos de *C. porcellus* por medio de la caracterizar e identificación molecular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los *C. porcellus* se obtuvieron en la provincia de Tungurahua. Los individuos para su estudio fueron mantenidos en la Granja del GAD Provincial de Tungurahua en Ecuador, ubicada en el cantón Pillaro en las coordenadas: UTM 17 M 0771878, 9869802. Se colectaron 55 animales con características fenotípicas específicas; de estos se seleccionaron 20 ejemplares por la forma del cuerpo: forma angulosa, con poca profundidad, desarrollo muscular escaso, de cabeza triangular, nariz alargada y temperamento nervioso. Se utilizaron seis marcadores SSR (MSI, MSII, MSIII, MSIV, MSV y MSVI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se analizaron en el programa de Power Marker. Para la extracción de ADN y su respectivo estudio molecular se realizaron cortes de orejas a cada uno de los animales en estudio. La extracción de ADN se realizó con el kit de Wizard® Genomic DNA Purification (Promega®A1120). El ADN se cuantificó mediante espectrofotometría en el equipo EPOCH™ de Biotek®, empleado el programa GEN5 ®. Los resultados obtenidos presentan características diferenciadas en color y tamaño del pelaje, forma y características del cuerpo y únicamente, cinco de los individuos son machos y los restantes hembras. Se realizó un análisis UPGMA, con los datos morfológicos que permitió observar dos grupos; los individuos de pelo largo y los diferenciados por su color. La frecuencia alélica de los cinco locus, presentaron un total de 30 alelos, en los 19 individuos; los locus presentaron un rango de 3 a 9 alelos, con un promedio de 6.75

alelos/locus; mientras que su peso molecular está entre 119 a 304 pares de bases. Los loci MSIII, MSIV y MSVI presentaron valores de heterocigosidad observada (H_o), superiores a 0.7 lo cual implica una alta variabilidad genética. La H_o , promedio fue superior a 0.60. El promedio para la heterocigosis esperada o diversidad genética de Nei, (H_e) fue de 0.74, y los loci MSIV, MSV y MSVI superaron el nivel de 0.70, lo que reafirma la alta variabilidad de los animales analizados a pesar del bajo tamaño de muestra.

CONCLUSIONES

El tamaño de muestra, de los 19 individuos y cinco marcadores utilizados para el análisis en el error de muestra de los datos presentaron valores bajos, por tal razón, la confiabilidad del trabajo es aceptable y al ser preliminar como una línea base para futuros estudios, se encontró una diversidad genética alta en cuatro loci que permiten iniciar un proceso de conservación con las diferentes herramientas biotecnológicas. El análisis de diversidad genética mostró la presencia de 6 alelos/ locus, con un promedio de 0.67 de índice de polimorfismo. El marcador más informativo del análisis fue el MSIV con un valor de PIC de 0.8. El análisis de agrupamiento mostró la generación de dos grupos, sin embargo, los grupos formados no son iguales a los grupos formados por el análisis de características morfológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Asher, M., Lippmann, T., Epplen, J. T., Kraus, C., Trillmich, F., & Sachser, N. (2008). Large males dominate: ecology, social organization, and mating system of wild cavies, the ancestors of the guinea pig. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62(9), 1509-1521.
- Avilés, D., Landi, V., Delgado, J., & Martínez, A. (2014). El pueblo ecuatoriano y su relación con el cuy. In *AICA* (Vol. 4, pp. 38-40).
- Aviles, D., Landi, V., Delgado, J. V., Vega-Pla, J. L., & Martinez, A. (2015). Isolation and Characterisation of a Dinucleotide Microsatellite Set for a Parentage and Biodiversity Study in Domestic Guinea Pig (*Cavia Porcellus*). *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 3960.
- Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., & Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American journal of human genetics*, 32(3), 314.
- Burgos-Paz, W., Cerón-Muñoz, M., & Solarte-Portilla, C. (2011). Genetic diversity and population structure of the Guinea pig (*Cavia porcellus*, Rodentia, Caviidae) in Colombia. *Genetics and molecular biology*, 34(4), 711-718.
- Aníbal Campos, H., & Ruiz-García, M. (2008). Genética poblacional de cobayas de Colombia, *Cavia spp.*(Rodentia: Caviidae) con marcadores moleculares RAPD. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1481-1501.
- Guzmán, C. (2000). Caracterización de fenotipo y genotipo de cuyes *Cavia porcellus* para la determinación de razas o tipos. *EP Ejército. Sangolquí*.
- Haro, R. (2003). Informe sobre recursos zoogenéticos Ecuador. Ministerio de Agricultura y ganadería y subsecretaría de fomento Agroproductivo. Dirección para la

- Implementación del Desarrollo Agropecuario, Agroforestal y Agroindustrial. Quito, Ecuador.
- Kanitz, R., Trillmich, F., & Bonatto, S. L. (2009). Characterization of new microsatellite loci for the South-American rodents *Cavia aperea* and *C. magna*. *Conservation Genetics Resources*, 1(1), 47.
- Kruska, D. C., & Steffen, K. (2013). Comparative allometric investigations on the skulls of wild cavies (*Cavia aperea*) versus domesticated guinea pigs (*C. aperea* f. *porcellus*) with comments on the domestication of this species. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 78(3), 178-186.
- Lammers, P. J., Carlson, S. L., Zdorkowski, G. A., & Honeyman, M. S. (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24(2), 155-162.
- Morales, E. (1995). The guinea pig: healing, food, and ritual in the Andes.
- Morillo E. & Miño G (2011). “Marcadores moleculares en biotecnología agrícola: Manual de técnicas y procedimientos en INIAP”. Manual No. 91 Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina. Quito 121p. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/848/4/iniapscm91.pdf>
- Robayo, J. (2008). Perfil del cuy. Ecuador. 21 p. Consultado el 02 de mayo de 2011. Disponible en: http://www.pab.ec/document/perfiles/PM_CUY.pdf
- Spotorno, A. E., Marín, J. C., Manríquez, G., Valladares, J. P., Rico, E. D., & Rivas, C. (2006). Ancient and modern steps during the domestication of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.). *Journal of Zoology*, 270(1), 57-62.
- Vásconez, C. y Vásconez, D. (2003). Curso de cuyecultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito – Ecuador. Consultado 21 de julio de 2010.

Relación de la Salud Uterina y Variables Hematológicas en Vacas Lecheras en Sistemas a Pastoreo

Emanuel Frana^{1,2}, Juan P. Garzón³, Sandra Bernardi^{1,4}, Pablo R. Marini^{1,4}

¹Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario.

²Becario CIN.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Estación Experimental del Austro – Ecuador.

⁴Carrera del Investigador Científico (CIC-UNR).

E-mail: pmarini@unr.edu.ar

Palabras clave: Endometritis clínica, fórmula leucocitaria, hemograma.

Área temática: Ganadería y producción pecuaria.

INTRODUCCIÓN

La salud reproductiva constituye un factor muy importante dentro de la eficiencia reproductiva, un aspecto muy importante para considerar una adecuada salud uterina es la ausencia de endometritis clínica (EC) y subclínica (ES) en las vacas post parto, que constituye un grave problema productivo y económico (Garzón *et al.*, 2017). En distintas situaciones como en deficiencias nutricionales y enfermedades, los parámetros hematológicos constituyen un examen paraclínico que ayuda al diagnóstico. Estos perfiles hematológicos están sometidos a variaciones normales frente a distintos factores como por ejemplo: estado fisiológico, edad, raza, la salud. El rango de referencia más apropiado es el que se puede generar a partir de un grupo de animales sanos con y características fisiológicas tan estrechamente relacionado con el animal como sea posible (Roland *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue relacionar en vacas sanas y vacas con los diferentes grados de endometritis clínica con valores de hematología y forma leucocitaria en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde marzo a diciembre de 2017, se utilizaron 77 vacas primípara y multíparas Holstein que pertenecían a establecimientos lecheros con sistema a pastoreo con distintos niveles de suplementación. Se clasificaron según los siguientes criterios: a) vacas con parto eutócico y que no tuvieron tratamiento hormonal periparto y antibiótico postparto. b) vacas con un período posparto comprendido entre los 21 y 63 días en leche. c) vacas con el flujo (FCV): FCV 0, FCV1, FCV2 y FCV3 de acuerdo a la clasificación de Runciman *et al.*, (2009) y d) Estado corporal post parto de $\geq 2,5$ en escala de 1-5. Se colectó un total de 10 ml de sangre a partir de la vena coccígea, dicha cantidad fue repartida en dos tubos uno con solución anticoagulante EDTA a concentración de 3,7 a 5,4 μM y otro sin solución para extracción de suero. El tubo sin solución se centrifugó a 2500rpm durante 10 minutos y el suero obtenido se transfirió a microviales para su conservación a -20°C hasta su análisis. Las muestras de sangre con solución EDTA fueron homogeneizadas previo a realizar un extendido el que se tiñó con May-Grünwald-Giemsa para la observación de la morfología eritrocitaria y la realización de la fórmula leucocitaria. Se realizó un recuento manual de glóbulos blancos utilizando pipeta de Thoma, solución de Turk y cámara cuenta glóbulos de Neubauer. Para determinar el hematocrito se usaron capilares (75 x 1,5mm),

microcentrífuga Rolco CH 24 Duron y escala estandarizada comercial. La hemoglobina se determinó a través del método colorimétrico de Wiener Lab de la cianometahemoglobina. La absorbancia de la solución se leyó en espectrofotómetro Metrolab 330, UV-visible a 540nm y se la comparó con un patrón normal conocido. Las variables analizadas fueron: hematocrito (%), recuento de glóbulos rojos, hemoglobina, recuento de glóbulos blancos (GB), linfocitos (%), monocitos (%) y granulocitos (%) referencia para interpretación Manual Merck (2015). Se estimaron los promedios por Grupo y se probó si existían diferencias significativas entre categorías mediante las pruebas de Análisis de la Variancia y comparación de medias (test de Duncan, $p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores encontrados se encuentran dentro de los rangos normales para bovinos GB/mm³ (4000-12000), linfocitos (45-75%), monocito (2-7%) y granulocito (15-45%) (Manual Merck, 2015). Los resultados no mostraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre vacas sanas y vacas con los diferentes grados de endometritis clínica.

Tabla 1. Promedios y errores estándar por grupo de estado sanitario de las serie blanca

Grupos	GB/mm ³	Linfocito %	Monocito %	Granulocito %
FCV0 (33)	9637±849	60±3	4±1	37±3
FCV1 (12)	6800±1001	53±15	4±3	43±16
FCV2 (12)	7700±1023	59±8	2±1	39±8
FCV3 (20)	6975±1274	49±8	2±1	49±8

Letras diferentes, para cada categoría, (a, b y c) indican DS entre categorías, ($p < 0,05$)

Los valores de la serie roja se encuentran dentro de los rangos normales Hematíes mill/mm³ (5-10), Hemoglobina gr/dl (8-15), Hematocrito % (24-46) y granulocito (15-45%). Con respecto a los hematíes en mill/mm³ (F0: 5,1±0,2; F1:5,4±0,8; F2:5,1±0,4; F3:5,4±0,4), hemoglobina gr/dl (F0: 8,5±0,2; F1:9,3±0,8; F2:8,4±0,4; F3:8,7±0,4), hematocrito % (F0: 24,4±0,6; F1:28,0±3,2; F2:25,7±1,6; F3:26,5±1,6), no mostrando diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre vacas sanas y vacas con los diferentes grados de endometritis clínica (FCV 0-3). Los valores encontrados en este estudio facilitan la precisión y la medida evaluación de la salud uterina de las vacas en el posparto y diferenciada por vacas sanas y diferentes grados de endometritis clínica. Además, se podrían estar demostrando que los valores analizados muestran un comportamiento de salubridad a nivel general de las vacas y no con una relación a nivel local uterino como lo demostrarían los diferentes grados de FCV.

CONCLUSIONES

Para este grupo de vacas no hubo relación entre las vacas sanas y vacas con los diferentes grados de endometritis clínica y los valores de hematología y forma leucocitaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual Merck de Veterinaria. (2015). 6^{ta} Edición. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas S.A. pp 1918
- Garzón, J. P., Barrera, V. H., Galarza, D. A., Soria, M. E., Rodríguez, D. F., López, G. E. and Marini, P. R. (2017). Efecto de la zeolita sobre retorno de la actividad ovárica involución y salud uterina en vacas lecheras postparto criadas en pastoreo. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, Article #45.
- Roland, L., M. Drillich, and M. Iwersen (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *J. Vet. Diagn. Invest*, (26), 592–598.
- Runciman, D. J., Anderson, G. A., and Malmo, J. (2009). Comparison of two methods of detecting purulent vaginal discharge in postpartum dairy cows and effect of intrauterine cephalosporin on reproductive performance. *Australian veterinary journal*, 87(9), 369-378.

Predicción del Comportamiento Productivo de Vacas Lecheras en Sistemas a Pastoreo

Bruno Novaira^{1,2}, Juan P. Garzón³, Fernando Novaira⁴, Pablo R. Marini^{1,2,5}

¹Cátedra de Producción de Bovinos de Leche.

²Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario - Argentina.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Estación Experimental del Austro – Ecuador.

⁴Actividad privada – Argentina.

⁵Carrera del Investigador Científico (CIC-UNR) – Argentina.

E-mail: pmarini@unr.edu.ar

Palabras clave: longevidad, categorías de producción, eficiencia.

Área temática: Ganadería y producción pecuaria.

INTRODUCCIÓN

En producción lechera, la expresión “maximizar las salidas” puede presentar diferentes connotaciones: maximizar la producción individual por lactancia o maximizar la producción en su totalidad en la vida productiva de la vaca lo que implica incluir en el análisis el éxito reproductivo (Piccardi, 2014). La metodología para definir categorías productivas de vacas lecheras en los sistemas a pastoreo, quedó demostrada en trabajos anteriores (Ruscica y col., 2015) no sólo para vacas de primer parto sino también para vacas de dos o más lactancias. Esto permitió diferenciar grupos productivos atendiendo a las diferencias de los sistemas de producción lechera y definir lo que es baja, media y alta producción para cada uno de ellos (Marini y col., 2017). El objetivo del presente trabajo fue determinar si el criterio de división en categorías de producción a la primera lactancia permitiría conocer el futuro comportamiento productivo de las vacas según su categoría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con registros de 1024 lactancias pertenecientes a 324 vacas lecheras Holstein, provenientes del establecimiento Namuncurá ubicado en las Bandurrias Departamento San Martín 32° 12' 22" S – 61° 23' 43" O, Provincia de Santa Fe - Argentina. Se utilizaron registros de controles lecheros oficiales correspondientes a vacas paridas en el período: 2004 – 2011. Se incluyeron vacas con lactancias terminadas, partos-puerperios normales y sin enfermedades que limitaran su lactancia y/o fertilidad. Se estudiaron las siguientes variables: producción de leche de primera lactancia (pl_1), producción de leche de segunda lactancia (pl_2), producción de leche de tercera lactancia (pl_3), producción de leche de cuarta lactancia (pl_4) y producción de leche de quinta lactancia (pl_5), en todos los casos la producción de leche fue ajustada a 305 días. Las vacas se ordenaron de menor a mayor producción a la primera lactancia, y se las dividió en tres grupos de igual número (n) de vacas: baja (b , 108), media (m , 108) y alta (a , 108) producción. Cada vaca de acuerdo a categoría fue seguida hasta la quinta lactancia terminada, es decir las categorías se mantuvieron en segunda, tercera, cuarta y quinta lactancia respetando el orden obtenido en primera. Se estimaron los promedios de pl por categoría de producción y se probó si existían diferencias significativas entre categorías mediante las pruebas de Análisis de la Variancia y comparación de medias (test de Duncan, $p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La división en categorías de producción realizada a partir del criterio de producción de primera lactancia, confirma la posibilidad de lograr diferenciar tres categorías productivas, porque pl_1 es un buen indicador productivo asociado a la producción media por lactancia y a la producción total.

Tabla 1. Promedios y errores estándar por categoría y número de lactancia.
Establecimiento Namuncurá- Provincia de Santa Fe – Argentina.

Lactancias	N	Categoría Productiva / lactancia (I)		
		Baja	Media	Alta
1	324	5137±47 c (108)	6316±47 b (108)	7605±47 a (108)
2	296	5991±192 b (98)	6497±190 ab (100)	6828±192 a (98)
3	202	6182±250 b (72)	7124±247 a (74)	7472±284 a (56)
4	127	5834±309 b (55)	7275±327 a (49)	7852±478 a (23)
5	75	5948±414 a (38)	6136±548 a (30)	6845±1206 a (7)

Letras diferentes, para cada categoría, (a, b y c) indican diferencias significativas entre categorías, dentro de lactancia ($p < 0,05$)

Los resultados muestran que el criterio de que las vacas mantienen su categoría de acuerdo al criterio utilizado en primera lactancia, las vacas de la categoría de baja producción son las que menos producen durante las cinco lactancias evaluadas, sólo en la quinta lactancia no existe diferencias significativas ($p \geq 0,05$) pero sí mantienen la tendencia de menor producción, lo mismo ocurre con las vacas de producción media hasta la tercera lactancia, en la cuarta y quinta lactancia ya no se diferencia de la categoría de mayor producción pero sin llegar a producir más. Las vacas de la categoría de mayor producción son las que más producen en todas las lactancias. También se observa, que llegan a la quinta lactancia sólo el 23% de las vacas. De las 108 vacas que iniciaron la primera lactancia en cada categoría, llegan a la quinta lactancia en la categoría de baja producción 38 vacas (35%), en la categoría producción media 30 vacas (28%) y en la categoría de alta producción 7 vacas (6,4%). Como se observa, esta herramienta permitió, a partir de la división en categorías, evaluar cómo se comportan las vacas de cada categoría en las sucesivas lactancias durante su vida productiva. Pero teniendo en cuenta las razones biológicas y económicas de las vacas de primera lactancia, todos los elementos que pudieran ser utilizados para poder predecir el futuro comportamiento productivo de las vacas lecheras serían de suma importancia.

CONCLUSIONES

La producción de leche de primera lactancia puede utilizarse como estimador del comportamiento productivo futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Marini, P.R, Castro, R., Frana, E. y Di Masso, R.J. (2017). Multivariate Characterization of Biological Efficiency in Dairy Cows in Grazing Systems Sustainable Agriculture Research; Vol. 6, No. (4), 83-92.
- Ruscica, M.V., Bernardi, S.F. y Marini, P.R. (2015). Evaluación de índices reproductivos en sistemas lecheros a pastoreo en Santa Fe. XVII Congreso y XXXV Reunión anual de la Sociedad e Biología de Rosario. Disponible en: http://sbr.org.ar/ asignacion_4.php Argentina 40p.
- Piccardi, M.B. (2014). Indicadores de eficiencia productiva y reproductiva en rodeos lecheros (en línea). Tesis de FCA-UNC. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1517> Argentina. 141 p.

Evaluación de La Variedad de Maíz (*Zea mays* L.) INIAP-180, Para la Elaboración de Ensilaje

Antonio P. Guacapiña¹, Luis F. Rodríguez¹ y Arturo G. Godoy¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa de Ganadería y Pastos, Estación Experimental Santa Catalina Panamericana Sur Km. 1, Vía Tambillo, sector Cutuglagua, Mejía, Ecuador.
E-mail: antonio.guacapina@iniap.gob.ec

Palabras claves: Forraje, rendimiento, valor nutritivo.

Área temática: Ganadería y especies menores.

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva socio-económica, la ganadería es una actividad de marcada relevancia en América Latina y el Caribe. La producción ganadera representa alrededor de un 13% del valor de la producción pecuaria mundial y tiene una tasa de crecimiento anual del 4,5% (Guevara & Guevara, 2015).

La producción lechera es uno de los sectores más importantes en cuanto a la generación de empleo en el sector agropecuario y en la economía del Ecuador. Más de 600.000 personas dependen directamente de la producción de leche, entre ellas muchas mujeres campesinas. Los productores de leche garantizan el autoabastecimiento y contribuyen fundamentalmente a la seguridad y soberanía alimentaria del país. (Requelme & Bonifaz, 2012)

Uno de los principales problemas que se presenta en los sistemas productivos lecheros de la serranía ecuatoriana es la escases de alimento, por su rendimiento deprimido en época de sequía, para lo cual, el empleo de sustitutos para la alimentación bovina como es la conservación de materia verde a través del ensilaje de maíz, es una práctica factible para disminuir la falta de alimento en épocas críticas. (Rodríguez et al., 2013).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la densidad de siembra y niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento forrajero y valor nutritivo del maíz (*Zea mays*), variedad INIAP-180 para ensilaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria del Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, la misma que se localiza a una latitud de 0°21'36.36"S; longitud de 78°33'14.72"O, tiene una altitud a de 3058 m.s.n.m, la precipitación pluvial media anual es de 1311 mm y la temperatura media anual de 12,8°C. (INAMHI, 2016)

Se aplicó un diseño de parcela dividida con tres repeticiones. Se estudiaron 4 densidades de siembra (50.000, 62.500, 83.333 y 125.000 plantas/ha⁻¹) y 3 niveles de fertilización nitrogenada (120, 240 y 360 Kg de N/ha⁻¹). Se midió el rendimiento de materia seca por hectárea (kg MS/ha⁻¹) y el valor nutricional del maíz en materia verde y en ensilaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las densidades de siembra presentaron diferencia significativas en el rendimiento forrajero del maíz ($p < 0,05$). La mejor densidad de siembra fue d4 (125.000 plantas/ha⁻¹), con rendimiento de 20.789,89 kg MS/ha⁻¹. (Sánchez & Hidalgo, 2017), con densidades de 53000 plantas /ha⁻¹ obtuvieron rendimientos de 9.100 y 10.100 kg MS/ha⁻¹; valores más bajos a los obtenidos en este estudio que fue de 12.816,07 kg MS/ha⁻¹ con 50.000 plantas/ha⁻¹. Sánchez et al. (2011), afirma que el rendimiento de forraje puede ser incrementado con aumentos en la densidad de población por arriba de la densidad tradicional usada (50000 plantas/ha⁻¹) para la producción de forraje. Estos resultados también coinciden con los descrito por Peña et al. (2010), quién menciona que el rendimiento forrajero del maíz por unidad de superficie cambió significativamente conforme incrementa la densidad de población.

La competencia entre plantas, se reflejó principalmente en la reducción del tamaño de la mazorca de maíz conforme aumentó el número de plantas por hectárea (Cueto et al., 2006). Por otro lado, los niveles de fertilización no presentaron ningún efecto en el rendimiento forrajero ($p > 0,05$), mientras González et al. (2016), indica en su estudio que el rendimiento mostró diferencias significativas por efecto de las dosis empleadas de N. Los rendimientos más altos se obtuvieron con 425 Kg de N/ha⁻¹ en el suelo arcilloso y con el 300 Kg de N/ha⁻¹ en el suelo arenoso.

La interacción entre densidad y niveles de fertilización presentó diferencia significativa ($p < 0,005$) en el rendimiento sobresaliendo d4n3 (125000 plantas + 360 Kg de N/ha⁻¹) con 21.765,05 kg MS/ha⁻¹ y d4n2 (125.000 plantas + 240 Kg de N/ha⁻¹) con 20.962,10 kg MS/ha⁻¹ respectivamente.

El valor nutritivo, digestibilidad y energía del maíz no fue afectado por las densidades de siembra ni por los niveles de fertilización nitrogenada ($p > 0,05$). Los valores promedios en materia verde y ensilaje fueron de 6,41% y 6,11% de Proteína; 56,89% y 51,74% de E.L.N; 2,04 y 1,84 Mcal/kg; 43,75% y 41,66% de digestibilidad.

CONCLUSIONES

El rendimiento forrajero de la planta de maíz fue influenciado significativamente por la densidad de siembra y no por el efecto de nitrógeno. A mayor densidad de siembra, existe un aumento en la producción de forraje Kg MS/ha de maíz, recomendado como una alternativa de alimentación bovina a través del ensilaje en épocas críticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Cueto, J., Sánchez, D., Rios, J., Cervantes, G., & Sosa, E. (2006). Rendimiento del maíz forrajero en respuesta a la fertilización nitrogenada y densidades de población. *Fitotecnia Mexicana*, 29, 97-101 p.
- González, A., Figueroa, U., Preciado, P., Nuñez, G., Luna, G., & Antuna, O. (2016). Uso eficiente y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero en suelos diferentes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.7 Núm.2, 305 p.

-
-
- Guevara, G., & Guevara, R. (2015). Algunos problemas y oportunidades de los sistemas bovinos de producción de leche en el trópico húmedo de baja altitud. 1er Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos,(2015). Revista Científica Maskana, 164 p.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).(2016). Anuario Meteorológico. Estación Izobamba. Recuperado el 11 de Septiembre de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Peña, A., Gonzáles, F., & Robles, F. (2010). Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. Mexicana de Ciencias Agrícolas, 27-35 p.
- Requelme , N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La Granja. Vol. 15(1): ISSN: 1390-3799. 59 p
- Rodríguez, L., Clavijo, F., Llangarí, P., & Godoy, A. (2013). Manejo de pasturas para pequeños y medianos productores en la sierra centro del Ecuador. Manual N.- 28. 20 p.
- Sánchez, M., Aguilar, C., Valenzuela, N., Sánchez, C. , Jiménez , M., & Villanueva, C. (2011). Densidades de siembra y crecimiento de meíces forrajeros Agronomía Mesoamerica 22(2):291 p.
- Sánchez, W., & Hidalgo, C. (2017). Potencial forraje de nueve híbridos de maíz en la zona alta lechera de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, vol. 29, núm. 1. 5 p.

Comportamiento Agronómico y Nutricional de 26 Variedades de Pastos de la Sierra

Antonio P. Guacapiña¹, Luis F. Rodríguez¹ y Arturo G. Godoy¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa de Ganadería y Pastos, Estación Experimental Santa Catalina Panamericana Sur Km. 1, Vía Tambillo, sector Cutuglagua, Mejía, Ecuador.
E-mail: antonio.guacapina@iniap.gob.ec

Palabras claves: Digestibilidad, rendimiento, valor nutritivo.

Área temática: Ganadería y producción pecuaria.

INTRODUCCIÓN

Los pequeños y medianos productores de leche a nivel nacional poseen serias limitaciones en los sistemas productivos. Entre estas se destaca la inadecuada y poca eficiente alimentación/ nutrición que le proporcionan a sus animales, debido a que se basa en el empleo de pastos naturalizados y residuos de cosechas, los cuales no cuentan con los nutrientes necesarios para un buen sustento de los animales, lo que genera una baja calidad en la alimentación del ganado y por ende una menor producción de litros de leche al día. (Guzmán, 2006).

El objetivo del presente trabajo fue generar información del comportamiento agronómico y nutricional de 26 variedades de pastos, a fin de identificar material promisorio de alta productividad y calidad forrajera.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria del Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, la misma que se localiza a una latitud de 0°21'36.36"S; longitud de 78°33'14.72"O, tiene una altitud a de 3058 m.s.n.m, la precipitación pluvial media anual es de 1311 mm y la temperatura media anual de 12,8 °C. (INAMHI, 2016)

Los tratamientos estuvieron constituidos 26 variedades de pastos, las cuales fueron agrupadas por especies: Rye grass perenne (Albion, Tetraverde, Linn perennial, Remington, Barruti, Mara, Bars printer, Kingston, Ohau, Asset); Rye grass anual (Magnolia, Magnum, Adrenalin, Max, Pichincha, y Green spirit); Rye grass Híbrido (Sabana, Columbia Bandito y Tetralite); Alfalfas (Abunda verde, Cuf 101, Moapa y Sw-8210); Avena (Dorada) y Llantén (Tonic) .Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se realizó 2 cortes para la avena y 5 cortes para el resto de variedades, donde se evaluó el rendimiento de materia seca por hectárea (kgMS/ ha⁻¹), valor nutritivo y digestibilidad. Los datos obtenidos durante el proceso experimental fueron analizados en el paquete estadístico Infostat 2.0. Las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tukey con una significancia de 5%

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las variedades de pastos, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento

forrajero dentro de cada especie. Los valores promedios de MS más altos alcanzados en los cinco cortes fueron por las variedades de Rye grass perenne Ohau 3.293,25 Kg MS/ha⁻¹; Kingston 3208,17 kgMS/ ha⁻¹; Asset 3.003,25 kgMS/ ha⁻¹; estos rendimientos son similares a los descritos por Villalobos & Sánchez (2010) 3.193 kgMS/ha⁻¹/corte. Vargas-Martínez et al. (2018) reportan rendimientos menores 2.471,5 kgMS/ha⁻¹/corte. Para los Rye grass anuales los rendimientos fueron variedad Max 2.776,05 kgMS/ha⁻¹; Adrenalin 2.757,86 kg MS/ ha⁻¹. Estos valores son superiores a lo reportado por Posada et al. (2013) quienes obtuvieron una producción de 1200 kg MS/ ha⁻¹. Rye grass híbrido Bandito presentaron rendimientos de 2760,03 kg MS/ ha⁻¹ y Sabana 2626,97 kgMS/ ha⁻¹. Sánchez et al. (2012) obtuvo 2948 kg/MS/ha⁻¹ por corte en el rye grass híbrido. Los rendimientos de Alfalfa Abunda verde 2767,02 kg MS/ ha⁻¹ y Cuf 101 2634,18 kg MS/ ha⁻¹ se asemejan a lo reportado por Pereira et al. (2015) 2.620 kgMS/ha⁻¹. La Avena Dorada presentó rendimiento de 6095,79 kg MS/ ha⁻¹ y el Llantén Tonic de 2866,67kg MS/ ha⁻¹. Donaghy & Fulkerson (2014) mencionan el manejo adecuado del pastoreo permite producir grandes cantidades de forraje de alta calidad aprovechable para los animales y que pueda persistir por más tiempo. Por otro lado, en las pruebas nutricionales hubo diferencias ($p < 0,05$) entre las variedades de pastos. Las variedades con mayor porcentaje de proteína fueron Rye grass perenne, Barruti 19,6%; Linn perenial con 18,84%; Rye grass anual Pichincha con 17,05%; Green spirit con 16,96%; Rye grass híbrido Columbia con 18,98%; Bandito con 17,09% y Alfalfa Mopapa 34,27% y Sw-8210 33,89%. La Avena Dorada presentó 19,77% de proteína y el Llantén Tonic 24,29%.

En lo que se refiera a digestibilidad, las variedades que más sobresalieron fueron Rye grass perenne Bars printer con 66,22%; Barruti con 60,83%; Rye grass anual Adrenalin con 66,61%; Max con 63,21%; Rye grass híbrido Bandito con 69,27; Tetralite con 59,16%; Alfalfas Abunda verde con 69,75% y Cuf 101 con 58,89%. La Avena Dorada presentó 51,36% de digestibilidad y el Llantén Tonic 56,64%. Mirela et al. (2014), manifiesta que el forraje siempre debe ser pastoreado y consumido en su punto óptimo: en hojas (no encañado), para que sea más palatable y tenga mayor digestibilidad.

CONCLUSIONES

Se concluye que cada variedad de pasto de las especies evaluadas de Rye grass perenne, Rye grass anual, Rye grass híbrido y alfalfas, presentaron diferencias tanto en rendimiento, valor nutritivo y digestibilidad, pese a la similitud de manejo que fueron sometidas. La Avena variedad Dorada y el Llantén variedad Tonic, mostraron en este estudio un buen comportamiento productivo, con altos rendimientos de materia seca y buena calidad nutritiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Donaghy, D., & Fulkerson, B. (2014). Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. Tasmanian Institute of Agricultural Research, Burnie, Tasmania. 10 p.
- Guzmán, B. (2006). Mejoramiento de la productividad de leche en el Cantón Girón. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Centro de Educación Continua. Diplomado en Formulación y Gestión de Proyectos. 11-12 p

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).(2016). Anuario Meteorológico. Estación Izobamba. Recuperado el 11 de Septiembre de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Mirela M., López, O., y Alonso, O. (2014). Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba Pastos y Forrajes. Vol.37, No. 4. 382-391 p.
- Pereyra, T., Pagliaricci, H., Ohanian , A., Bonvillani, M. (2003). Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Vol. 36, No. 2. 177-183 p.
- Posada Ochoa S, Cerón JM, Arenas J, Hamedt JF, Álvarez A C. (2013). Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium sp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. Rev CES Med Zootec. 2013; Vol 8 (1):23-32 p.
- Sánchez , W., & Hidalgo , C. (2012). Experiencias con Pastos y Forrajes en la Zona Alta Lechera. “Proyecto Plantón Pacayas”.
- Vargas-Martínez, Juan; Sierra-Alarcón, Andrea; Benavidez-Cruz, Juan, Avellaneda-Avellaneda, Yesid; Mayorga-Mogollón; Olga; Ariza-Nieto, Claudia. 2018. Establecimiento y producción de raigrás y tréboles en dos regiones del trópico altocolombiano. Universidad de Caotarica. Agronomía Mesoamericana. Vol. 29, num 1. 177-191 p.
- Villalobos, L., & Sánchez, J. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. Agronomía Costarricense

Utilización de Fertilizante Orgánico – Mineral su Influencia en Pastura y Suelo

*Karina Suin¹; Juan P. Garzón^{2,4}; Pedro Guerrero²; Luis Minchala³;
Pablo Marini^{4,5}; Sandra Peñaherrera⁶*

¹Departamento de Investigación La Colina Cía. Ltda. Cuenca, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Estación Experimental del Austro, Ecuador.

³Docente Universidad de Cuenca – Facultad de Ciencias Agropecuarias.

⁴Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL), Argentina.

⁵Carrera del Investigador (CIC-UNR), Argentina.

⁶Docente Universidad de Cuenca – Facultad de Ciencias Químicas, Ecuador.

E-mail: k.suin@lacolina.com.ec

Palabras clave: Cama de pollo, zeolita, pastoril.

Área temática: Ganadería

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de producción animal de base pastoril fundamentan su eficiencia productiva en la cantidad de forraje enfocado a mejorar la performance animal. La importancia de la fertilización radica en incrementar la producción de pasturas, modificar la curva de producción y prolongar la vida útil de los recursos forrajeros perennes, generando un menor costo del alimento. La cama de pollo (CP), es un subproducto de la crianza de pollos parrilleros, compuesto principalmente por cáscara de arroz, estiércol, plumas y parte del alimento de las aves; siendo su principal destino y utilización como abono orgánico en pasturas y cultivos (Ré y Ferrer, 2016). Las zeolitas naturales de origen sedimentario son ampliamente utilizadas en los cultivos, su aplicación en el suelo sola o en combinación con minerales o fertilizantes orgánicos no solo aumenta la producción de los cultivos sino que también mejora sus índices de calidad (Andronikashvili et al., 2012). En el Ecuador la ganadería bovina es una importante actividad socioeconómica dentro del desarrollo agropecuario, existe una variedad de sistemas productivos, caracterizándose en su mayoría los extensivos pastoriles con y sin suplementación alimenticia. La superficie de labor agropecuaria en el 2017 fue de 5,46 millones de hectáreas, la mayor superficie de suelo cultivable está destinada a pastos cultivados 44,68%, y el ganado bovino es el que lidera en el sector pecuario con 4,19 millones de cabezas. Manabí, Azuay y Esmeraldas, representan el 36,50% del total nacional; la región sierra aporta con el 76,25% en la producción nacional de leche/día, y Azuay es la tercera provincia más productora en la región sierra (INEC-ESPAC, 2017). El objetivo del presente trabajo fue evaluar una alternativa de fertilización orgánico/mineral a partir de la cama de pollo (CP) y zeolita (Z) en una pastura y su influencia físico química en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló en la provincia del Azuay - Ecuador, Soldados-Pumamaqui (2°56'00" S , 79°14'00" W), altitud de 3 190 m.s.n.m; se registró una temperatura promedio 12 °C/año, y una precipitación de 1 074 mm/año. Fue dirigido por el INIAP – EEA en el año 2013 y 2014. Se utilizó un DBCA en arreglo factorial 3x4 con 12 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 36 unidades experimentales (UE), la UE se conformó de parcelas de 25 m², los tratamientos se conformaron por la combinación de 3 concentraciones de CP: 0,

10000 y 20000 kg/ha⁻¹ y 4 de Zeolita de origen sedimentario (Mordenita, malla 40 – La Colina Cía. Ltda) 0, 500, 1000 y 1500 kg/ha⁻¹. El fertilizante se aplicó al voleo y una sola vez a la mezcla forrajera, la misma que estuvo conformada por rye grass anual, rye grass perenne, trébol rojo y trébol blanco (80% gramíneas y 20% de leguminosas). Se evaluó el rendimiento materia seca (kgMS/ha⁻¹) en 4 cortes con intervalos 48 días/corte. Con los datos de respuesta forrajera a las diferentes dosis de fertilización se hizo un análisis para cuantificar el \$/kgMS en cada caso en particular. Se consideró el costo de la práctica (CP) incluyendo el fertilizante y la aplicación. Los análisis de suelo fueron realizados y evaluados en tres periodos (inicio, mitad -3 meses- y final -6 meses-) y se realizó un análisis completo de suelo en el laboratorio de la EEA – INIAP, para efectos del estudio preliminar se reportó los resultados de pH, capacidad de intercambio catiónico CIC (meq/100g), MO (%), (N) ppm y (P) ppm. Todos los tratamientos fueron analizados según el orden de importancia, desde la influencia físico-química, \$/kgMS y kgMS/ha⁻¹. Se estimaron los promedios y determinó si existían diferencias significativas en la respuesta forrajera y variables físico – químicos del suelo mediante las pruebas de Análisis de la Variancia y comparación de medias (test de Tukey p<0,05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 7. muestra las producciones de forraje obtenidas durante el primer ciclo de evaluación (4 cortes). Se destacaron en este primer ciclo la biomasa total acumulada los tratamientos 8 y 12 siendo superiores al testigo y demás tratamientos (p<0,05). Al comparar los costos de producción \$/KgMS el mejor tratamiento fue T8: 0,09 ctvs/USD (p<0,05) sobre los tratamientos 9, 10, 11 y 12 que presentaron costos 0,13; 0,14; 0,13 y 0,13 respectivamente. En la región de Entre Ríos – Argentina, al utilizar CP sola, en dosis de 10000 kg/ha⁻¹, se encontraron respuestas similares y superiores a las utilizadas con fertilizantes químicos (Ré y Ferrer, 2016). Así mismo, la zeolita promovió incrementos en el rendimiento (Martínez-Herrera et al., 2017).

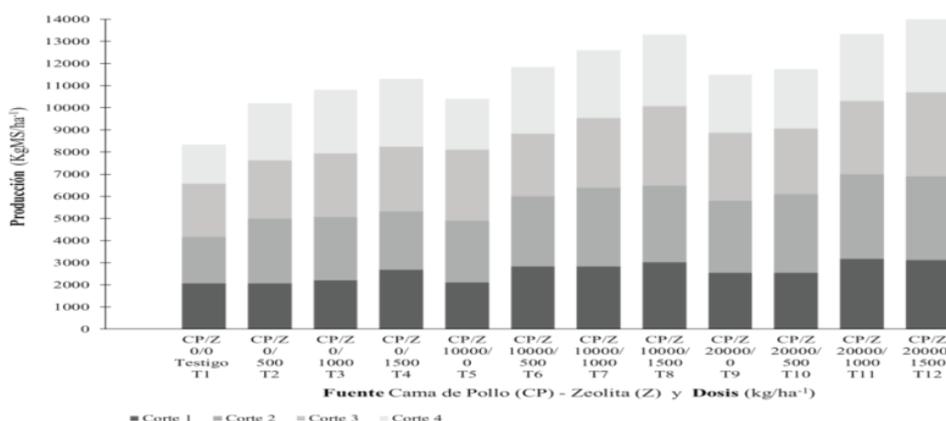


Fig. 1. Producción de forraje (kgMS/ha⁻¹) y diferentes dosis de Cama de pollo y Zeolita.

Los resultados del análisis de suelo de acuerdo a INIAP-EEA al inicio presentó textura franco arenoso (arena 66%, arcilla 16% y limo 18%), pH 5,8 (med. Acido), alto contenido de MO (31,98%), bajo N (14,8 ppm), alto P (69,1 ppm), y alta CIC (60,80 mmeq/100g). Al final el pH más bajo fue T1 seguido del T12 5,27 y 5,40 respectivamente, rango en el cual existen aluminios y hierros altamente solubilizados capaces de formar sales insolubles con el P disminuyendo la disponibilidad de este macronutriente, y por su alto contenido

de CP (T12) acidificó el suelo, producto de las reacciones que liberaron muchos H⁺. El pH más alto fue T8 (p<0,05) 6,05 a la mitad y 5,91 al final de los ciclos de corte de pasto, lo que explica que la estructura del aluminosilicato le permitió ganar y perder agua reversiblemente e intercambiar los cationes de su estructura sin que ésta se altere, y posiblemente logró disminuir la acidez del suelo al intercambiar los Al³⁺ y H⁺ por cationes básicos, siendo esta una condición favorable para el crecimiento de cultivos (Martínez-Herrera et al., 2017). Los datos obtenidos en MO reflejados por la práctica agronómica fue menor en los tratamientos T6 (29,17%) seguido por T3 y T2 (28,36 y 26,88%) respectivamente y finalmente T8 (26,86%). La CIC indica que no hubo variación entre la muestra inicial y final (p>0,05) posiblemente porque se trabajó en un suelo de alta CIC (60 meq/100g), el mismo que para mantener el equilibrio del sistema del complejo de intercambio necesita una alta aportación de cationes. El tratamiento con mayor contenido de N fue el T8 60,60 ppm (p<0,05), la zeolita fija un mayor contenido de este elemento para luego ser absorbido, esto se vio reflejado en el rendimiento de MS. Andronikashvili et al (2012) manifiesta que las zeolitas tiene un poder biológico de adsorción, liberación controlada y afinidad por NH₄⁺, pueden retener el nitrógeno en forma de NH₄⁺, evitando la desnitrificación, elemento que puede ser lixiviado en forma de nitrato por drenaje, contaminando suelos y agua; la zeolita mitiga las emisiones de óxido nitroso y mejora el uso eficiente de nutrientes (Martínez-Herrera et al., 2017). En cuanto los resultados de P no fueron significativos se mantuvieron en el rango inicial (p>0,05), sin embargo, Ré y Ferrer (2016) destacan un efecto más prolongado de P, lo que es beneficioso para el crecimiento de pasturas y verdeos.

CONCLUSIONES

La fertilización orgánico -CP/mineral -Z, en dosis de 10000/1500 kg/ha⁻¹, logró mostrar respuestas favorables en suelo y pastura, pudiendo ser una alternativa de fertilización; sin embargo es conveniente realizar investigaciones específicas para cada zona, dada la variabilidad de las condiciones edafoclimáticas y sistemas productivos en el Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Andronikashvili, T., Zautashvili, M., Eprikashvili, L., Burkiashvili, N., & Pirtskhalava, N. (2012). Natural Zeolite—One of the Possibilities of Transition from Chemical to Biological Agronomy. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci*, 6(2).
- INEC – ESPAC.(2017). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (en línea). Disponible en INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/> (consulta el 10 de abril de 2018). Ecuador.
- Martínez-Herrera, Claudia, Puentes-Páramo, Yina Jazbleidi y Menjivar-Flores, Juan Carlos. (2017). Influencia de la Zeolita en la Emisión de Óxido Nitroso y Uso Eficiente de Nutrientes en Maíz Dulce. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 416-424.
- Ré, A. E., y Ferrer, J. L. (2016). Utilización de cama de pollo como fertilizante de pasturas y verdeos en Vertisoles de Entre Ríos (en línea). Cama de pollo en Entre Ríos: Aportes para su uso y manejo. Disponible en: INTA <https://inta.gov.ar/documentos/cama-de-pollo-en-entre-rios-aportes-para-su-uso-y-manejo> (consulta el 01 de Marzo de 2018). Argentina. 61p.

Aportes Nutricionales de *Gliricidia sepium*, *Flemigia macrophylla* al Cultivo de Palma Africana, Bajo Sistema Agroforestal en el Cantón Joya de los Sachas

Julio C Macas¹, Servio Bastidas², Carlos Chiriguay¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa de Palma Africana, Estación Experimental Central de la Amazonía, Vía a San Carlos a 3 km de la Parker, La Joya de los Sachas, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Departamento de Producción y Servicios, Estación Experimental Central de la Amazonía, Vía a San Carlos a 3 km de la Parker, La Joya de los Sachas, Ecuador.

E-mail: julio.macas@iniap.gob.ec

Palabras clave: Leguminosas forrajeras, prácticas agrícolas, producción de fruta fresca.

Área temática: Manejo Integrado de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La producción de palma Africana en la región amazónica ecuatoriana, (RAE) se la realiza bajo siembra en monocultivo, con una alta aplicación de fertilizantes y pesticidas que lo describen como un cultivo que contamina el ambiente. Tradicionalmente la agroforestería se entiende como todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas, (Sanchez, 2011). Los sistemas agroforestales representan una eficaz opción de producción para dejar de lado el monocultivo. Es viable implementar Palma Africana dentro de un SAF en la Amazonía entre los agricultores por la tanto, este modelo presenta un alto potencial para replicación, atiende a necesidades de agricultores, empresas, y servicios ambientales, (Miccolis 2012). Entre los principales retos para implementar los SAF's entre los pequeños agricultores Amazónicos son; la alta necesidad de capacitación, asistencia técnica, y altos costos iniciales de establecimiento, (Miccolis 2012). El objetivo del estudio es determinar la producción del cultivo de palma y el nivel de incorporación de nutrientes al suelo por parte de las leguminosas *G. sepium*, *F. macrophylla*, principalmente de N, P, K.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se implementó en enero 2016, en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos (0° 22' 22,02" S, 76° 52' 49,5" W), cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana (precipitación media anual 3 500 mm, temperatura promedio anual 25°C, humedad relativa del 86%, altitud 282 m.s.n.m.). Presentándose información de dos años completos, Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos fueron, callejones con *G. sepium*, (t1), callejones con *F. macrophylla* (t2), testigo absoluto, sin manejo agronómico, (t3), y testigo convencional, con prácticas culturales cada 45 días y fertilización, (t4). Para la variable producción se realizó la cosecha cada 15 días identificando la madurez fisiológica, determinado el número y el peso del racimo de fruta fresca. En el caso de las leguminosas se evaluó el aporte de nutrientes con base en materia seca tras la aplicación de biomasa producida cada 90 días para, *G. sepium* y *F. macrophylla*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis combinado, (Fig. 1), se encontraron diferencias significativas para la variable producción, peso de racimos de fruta fresca dónde, t4 produjo 512,25 kg y 873,62 kg para el año 2016 y 2017 respectivamente, el t1, presentó 677,75 kg y 1029,87 kg, para los mismos años. Al comparar el año 2017 el t1 supera al t4 en un 9,31 %. Según (Miccolis, 2012), la productividad de palma dentro de sistemas agroforestales es más alto que los sistemas convencionales de monocultivo, produciendo 3000 kg/ha después del tercer año, además estos sistemas toleran un 40% menos de palmas por hectárea manteniendo dichas producciones. Estos incrementos preliminares no solo estarían sujetos a la edad del cultivos, sino que existirían ya un beneficio del sistema agroforestal. Los aportes nutricionales de, *G sepium* son superiores a los aportes de *F. macrophylla*, en los dos años de evaluación. Presentados en la tabla 1.

Tabla 1.- Aportes nutricionales de leguminosas forrajeras en el sistema.

Tratamiento	Años	g.planta.año		
		N	P	K
<i>G sepium</i>	2016	523.09	14.36	412.90
<i>F. macrophylla</i>	2016	342.73	13.24	237.06
<i>G sepium</i>	2017	690.32	18.94	544.90
<i>F. macrophylla</i>	2017	282.50	10.91	195.40

Según, (Chavez, 2003), los requerimientos de N, P, K en una palma de 4 años en un suelo con bajas cantidades nutricionales son los siguientes, 855.50g.planta.año de N, 460g.planta.año de P y 1500g.planta.año. Al promediar los dos años de aportes, *G. sepium* pueden cubrir las necesidades en un 70% N; 3,62% P; y 31,93% K, a diferencia de *F. macrophylla*, 36,54% N; 2,63% P y 14,42% K.

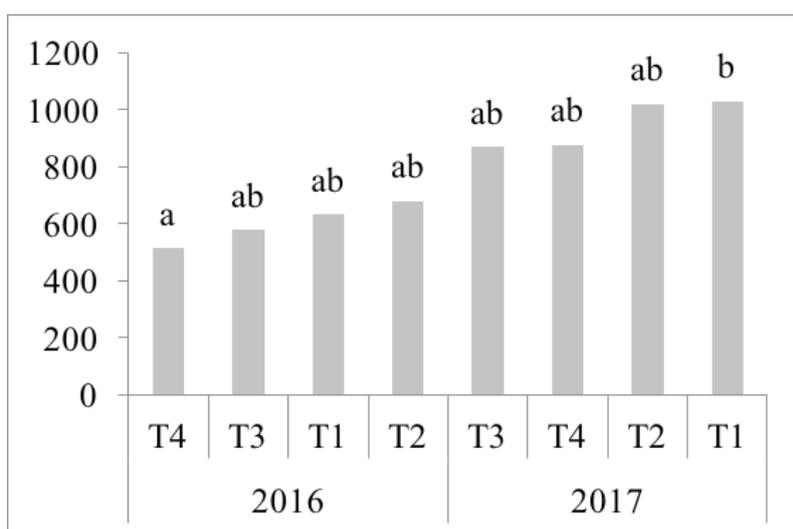


Fig. 1. Análisis combinado, peso de racimos de fruta fresca, para la variable producción.

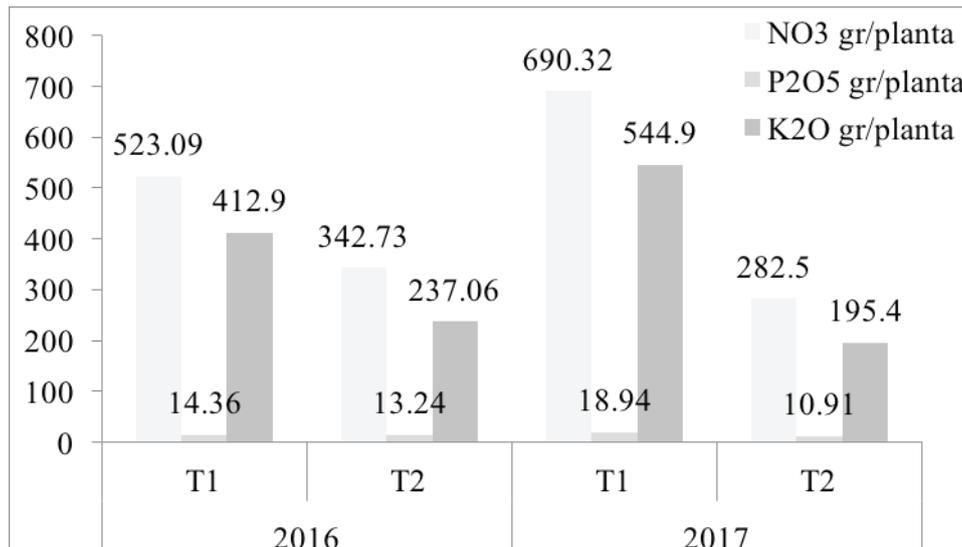


Fig. 2. Aportes de N, P, K, con base en materia seca de las leguminosas en estudio.

CONCLUSIONES

Se concluye preliminarmente que el arreglo agroforestal con *G. sepium*, supera en un 9,37% la producción de un testigo convencional, (monocultivo), generando expectativa en años posteriores en mantener estas tendencias, siendo los sistemas agroforestales una método de producción sostenible.

Los contenidos nutricionales en edades iniciales de la palma pueden ser suplidas con incorporación de biomasa de leguminosas forrajeras, sin embargo las demandas en palmas adultas incrementan debiendo ser suplidas al 100% con fertilizantes sintéticos. Para asegurar una óptima producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Chavez, F. (2003). Manual del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la zona noroccidental del Ecuador. En F. Chavez, Manual del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la zona noroccidental del Ecuador (pág. 27). Santo Domingo De los Colorados: Iniap - Estación Santo Domingo.
- Miccolis. (2012). Instituto Salvia -ISSA, Consultor - ICRAF Biofuels and Climate Change Governance Group. Recuperado el 20 de 06 de 2016, de <http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades-academicas/anfrew%20Miccolis%20-%20ICRAF%20NUGOBIO%20-%20IICIPalma.pdf>
- Sanchez, M. (2011). Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Recuperado el 04 de 12 de 2017, de Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Sanchez1.htm503-8>

Efecto de la Fertilización de Liberación Controlada en Dos Especies Forestales

Franklin A Sigcha¹, María R Gallardo², Javier A Garófalo¹, Diego F Campaña¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

²Aglomerados Cotopaxi SA.

E-mail: franklin.sigcha@iniap.gob.ec

Palabras clave: Crecimiento, *Pinus patula*, *Pinus radiata*.

Área temática: Forestería.

INTRODUCCIÓN

Décadas atrás, hablar de fertilización forestal se consideraba un sin sentido, pues los árboles debían “crecer solos” y “en suelos de vocación forestal”, es decir, aquellos en los que no se podía realizar actividades agrícolas. La idea de que las plantaciones forestales debían ocupar suelos pobres para dar espacio a cultivos agrícolas en los mejores terrenos, parecía ser aceptada por los especialistas forestales (Nwoboshi, 1975), tendencia que aún perdura en el Ecuador.

Una manera de maximizar el crecimiento de especies forestales es la fertilización, ya que mejora la supervivencia y progreso apropiado de la planta, debido a que estimula el desarrollo de sus raíces, optimiza el uso eficiente del agua con la captación de nutrientes de manera eficaz y suficiente para asegurar su supervivencia y crecimiento inicial, lo que garantiza una ocupación óptima del suelo (León-Sánchez, Reyes-Pozo, Herrero-Echevarría, & Pérez-León, 2016). Los beneficios que una adecuada fertilización puede generar son diversos, pues además de los ya mencionados, posibilita un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, lo cual disminuye o elimina la competencia al obtenerse un rodal más uniforme y un mayor rendimiento al momento de la cosecha (García, Sotomayor, Silva, & Valdebenito, 2000).

La empresa Aglomerados Cotopaxi ha desarrollado un plan de fertilización en plantaciones de Pino para suelos clasificados como de “vocación forestal”, siendo la dosis 20g/planta la de mejor retorno económico y es utilizada como recomendación general. Por otro lado los suelos destinados a las plantaciones forestales presentan múltiples limitaciones, por lo que los productores forestales se encuentran explorando diferentes alternativas para reducir los turnos de aprovechamiento de sus plantaciones.

En éste contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la dosis de fertilizante de liberación lenta, utilizada por Aglomerados Cotopaxi, en un suelo catalogado con “vocación agrícola” como método para acelerar el crecimiento de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Pinus patula*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue ubicado en la hacienda el Rosario, Cantón Mejía - Provincia de Pichincha; en un suelo clasificado como Andisol, a una altitud de 2900 msnm, con una precipitación anual de 1300 mm y una temperatura promedio de 11°C. El diseño experimental utilizado



fue un Diseño de Parcela Dividida en un arreglo de bloques completos aleatorizados, en la parcela grande se ubicaron las especies forestales (*P. radiata* y *P. patula*) y en la subparcela las dosis de fertilizante de liberación controlada (0, 20, 40 y 60 g planta⁻¹) con la siguiente formulación 19% Nitrógeno (N), 8% Fósforo (P₂O₅), 12% de Potasio (K₂O) y 2% de Magnesio (MgO), obteniéndose ocho tratamientos. Las variables evaluadas a los 30 meses fueron altura total en metros y diámetro a la altura del pecho en centímetros. El cultivo anterior a la plantación forestal fue papa, manteniendo niveles altos por cada uno de los elementos en los análisis de suelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). En el análisis de la varianza se observó significancia estadística (5%) para el factor especies y ninguna significancia estadística para dosis de fertilizante y para su interacción. El promedio general fue de 6.1 cm con un coeficiente de variación de 8.0%.

La prueba de Fisher al 5% para especies detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer rango *P.radiata* con 7,5 cm, en el segundo rango se ubicó *P. patula*, con un diámetro de 4.7 cm. A pesar de no haber significancia para la interacción Especie x Dosis de fertilizante, se observó que los valores más altos de DAP los registró *P. radiata*, lo cual indica que esta especie en general presenta un mejor desarrollo independientemente de las dosis de fertilizante aplicado.

Altura total (AT). En el análisis de varianza no se observó significancia estadística para dosis de fertilizante, para especies y su interacción. El promedio general fue de 4.20 m con un coeficiente de variación de 6.8%.

En la mayoría de suelos de uso forestal la aplicación de las dosis probadas muestra diferencias en los resultados, sin embargo, en esta investigación los altos niveles de fertilidad residual en el suelo agrícola; no permitieron discriminar el efecto del fertilizante. Lo que concuerda con lo expuesto por Cadahia (2005) y Rubilar, Fox, Alle, Albaugh, y Carlson (2008) que mencionan la necesidad de estudios pormenorizados del sitio e incluso llegando a la recomendación de fertilización por sitio específico, evitando el desperdicio el cual puede acarrear problemas ambientales y económicos. Al no registrarse diferencias en el desarrollo se comprueba que los suelos destinados a sistemas forestales no deben ser exclusivamente aquellos considerados como marginales (Alvarado, A., Raigosa, J., 2012).

CONCLUSIONES

En esta investigación *P. radiata* mostró un mejor desarrollo comparado con *P. patula* en un Andisol con vocación agrícola. El uso de un suelo con adecuado nivel de fertilidad benefició el desarrollo de las dos especies forestales. Las dosis utilizadas no tuvieron los efectos deseados en las variables evaluadas, debido al alto nivel de fertilidad del suelo, producto de la residualidad de los fertilizantes de cultivos anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, A., & Raigosa, J. (2012). Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. *Agronomía Costarricense*, (36), 113-115.
- Cadahia, C. (2005). Fertilización: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi-prensa Libros.
- García, E., Sotomayor, A., Silva, S., & Valdebenito, G. (2000). Establecimiento de plantaciones forestales de *Eucalyptus* sp.
- León-Sánchez, M. A., Reyes-Pozo, J. L., Herrero-Echevarría, G., & Pérez-León, V. E. (2016). Efecto de la fertilización sobre el crecimiento en diámetro y altura de *Pinus caribaea* en plantaciones del occidente de Cuba. *Madera y bosques*, 22(3), 87-101.
- Nwoboshi, I. (1975). Macronutrient deficiency symptoms in teak (*Tectona grandis* L.) Bull. N° 6, Department of Forest Research Management, University of Ibadan. 12 p.
- Rubilar, R., Fox, T., Alle, L., Albaugh, T., & Carlson, C. (2008). Manejo intensivo al establecimiento de plantaciones forestales de *Pinus* sp. y *Eucalyptus* sp. en Chile y Argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 40, 1-7

1er Congreso Internacional **CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

13 - 15 de junio, 2018
Quito - Ecuador

Auspician:



Apoyan:

