



CEDAMAZ

Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía

Julio - Diciembre 2020

CEDAMAZ 10(2) 27 - 76

revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz

e-ISSN: 1390-5902



UNL

Universidad
Nacional
de Loja



Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía

Julio - Diciembre 2020

CEDAMAZ 10(2) 27 - 76
revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz
e-ISSN: 1390-5902



unl

Universidad
Nacional
de Loja

AUTORIDADES

Nikolay Aguirre, Ph.D.

Rector

Mónica Pozo, Ph. D.

Vicerrectora

COMITÉ EDITORIAL

Rodrigo Abad Guamán, Ph.D.

Director General

rodrigo.abad@unl.edu.ec

Marina Mazón Morales, Ph.D.

Editora Responsable

marina.mazon@unl.edu.ec

Wilson Chalco Sandoval, Ph.D.

Editor Ejecutivo

wilson.chalco@unl.edu.ec

CONSEJO EDITORIAL

James Aronson, Ph.D

Missouri Botanical Garden (USA)

Pablo Lozano, Ph.D.

Universidad Estatal Amazónica (Ecuador)

Selene Báez, Ph.D.

CONDESAN (Ecuador)

Denis Ávila, Ph.D.

Universidad de La Habana (Cuba)

John Lattke, Ph.D.

Universidade Federal do Paraná (Brasil)

Jerónimo Torres, Ph.D.

Universidad de Córdoba (España)

Dan Cogalniceanu, Ph.D.

Universidad Ovidius Constanta (Rumania)

Pablo Cuenca, Ph.D.

Universidad de Concepción (Chile)

Gretel Geada López, Ph.D.

Universidad del Pinar del Rio (Cuba)

Luis Ordóñez, Mg.Sc.

Corporación ECOPAR (Ecuador)

Mario Añazco, Mg.Sc.

Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador)

Marlon Cobos, Mg.Sc.

University of Kansas (USA)

La Revista Científica **CEDAMAZ** se constituye en un instrumento de difusión de los proyectos de investigación y desarrollo generados en la Universidad Nacional de Loja, dirigida a la comunidad universitaria y sociedad interesada en la región amazónica y latinoamericana. Aborda temas relacionados con biodiversidad, servicios ecosistémicos, sistemas agropecuarios, seguridad alimentaria, salud, energía, derecho, sociedad, administración y educación. Publica trabajos originales de temas académicos y de investigación científica. El objetivo principal de la revista **CEDAMAZ** es fomentar la comunicación y la colaboración entre individuos y organizaciones involucradas con la investigación y el desarrollo de la Región Sur del Ecuador. Es un espacio para la difusión y transferencia de resultados de conocimiento e innovación, cuya cobertura temática va dirigida a profesionales, estudiantes y comunidad en general que gusta de la ciencia.

CEDAMAZ es una revista internacional revisada por pares académicos, internos y externos a la Universidad Nacional de Loja, y para el arbitraje se aplica el sistema doble a ciegas. Los trabajos o revisiones de literatura presentada a **CEDAMAZ** no deben haberse publicado previamente en libros de memorias de un congreso o revistas científicas arbitradas. Las presentaciones previas en un evento científico pueden publicarse en la revista **CEDAMAZ**, pero también estarán sujetos a un proceso de revisión por pares.

CEDAMAZ se publica en español o en inglés, desde el año 2019 dos veces al año, en un solo volumen. Las opiniones expresadas en documentos publicados en **CEDAMAZ** representan la opinión de los autores y no reflejan necesariamente la política oficial de **CEDAMAZ** o de sus Editores.

Publicada por

Universidad Nacional de Loja

Oficina Editorial

Universidad Nacional de Loja. Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia, 110150 Loja - Ecuador. <https://unl.edu.ec>

Diseño de logotipo

Lcda. Sara Jaramillo Carrión


CEDAMAZ

Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía.

E-ISSN: 1390-5902

PBX: (593) 07 - 2547252

<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz>

Esta obra esta sujeta a la licencia internacional CC-BY-SA 4.0 

ÍNDICE

ARTÍCULOS

CIENCIAS VETERINARIAS Y AGROPECUARIAS

Efecto de un preparado microbiano con actividad ácido-láctica en los indicadores productivos de pollos de engorde

Luis Miguel Borrás-Sandoval, Giovanni Torres-Vidales, Jhon Mora-Arias y Luis Aguirre-Mendoza

27

Percepción de abandono de animales de compañía en el Distrito Metropolitano de Quito en el contexto de COVID-19

Karina Pisco Maldonado y Roberto Bustillos Huilca

33

Respuesta morfológica en diferentes especies de cítricos usadas como portainjertos, sometidas a estrés salino e hídrico bajo condiciones de invernadero

Wagner Landin-García y Fernando Granja

39

Protocolo de desinfección para establecimiento in vitro de meristema apical de banano *Musa spp*

Yerutí Mongelós Franco, Carlos Mussi Cataldi, Nabila Duarte Ovejeroy Maura Díaz Lezcano

47

Presencia de *Phyllophaga spp.* (Coleoptera: Scarabaeidae) y hongos entomopatógenos potenciales para su control biológico en sistemas agrícolas de Saraguro (Loja, Ecuador)

Norma Morocho, Marina Mazón y Jeamel Ruiz

51

CIENCIAS FORESTALES, BIODIVERSIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Implementación de bolsas plásticas oxo-biodegradables y su impacto social y ambiental en la ciudad de Loja, Ecuador

Raquel Verónica Hernández-Ocampo, Santiago Rafael García Matailo y Vivian Jamileth Santos-Orellana

57

CIENCIAS DE LA SALUD Y BIOTECNOLOGÍA

La percepción de la función familiar como influencia en el consumo desustancias psicoactivas

Omayck F. Valarezo-Bravo, Roberto Erazo-Castro y Zhenia Muñoz Vincés

65

CASOS CLÍNICOS

Dilatación endoscópica de estenosis esofágica en paciente con epidermólisis bullosa

Luis Aguirre-Padilla, María Ugarte-Olvera, Fabián Bustamante-Albán, Ángel Obregón-Moreno y Valeria Aguirre-Pardo

73

Í N D E X

ARTICLES

VETERINARY AND AGRICULTURAL SCIENCES

Effect of a microbial preparation with lactic-acid activity on the productive indicators of broilers

Luis Miguel Borrás-Sandoval, Giovanni Torres-Vidales, Jhon Mora-Arias y Luis Aguirre-Mendoza

27

Perception of pet abandonment in Quito Metropolitan District in the COVID-19 context

Karina Pisco Maldonado y Roberto Bustillos Huilca

33

Morphological response in different citrus species used as rootstocks, subjected to salinity and water stress under greenhouse conditions

Wagner Landin-García y Fernando Granja

39

Disinfection protocol for in vitro establishment of banana apical meristems *Musa spp*

Yerutí Mongelós Franco, Carlos Mussi Cataldi, Nabila Duarte Ovejero y Maura Díaz Lezcano

47

Occurrence of *Phyllophaga spp.* (Coleoptera: Scarabaeidae) and entomopathogenic fungi that may be used for their biological control in farms of Saraguro (Loja, Ecuador)

Norma Morocho, Marina Mazón y Jeamel Ruiz

51

FOREST SCIENCES, BIODIVERSITY AND THE ENVIRONMENT

Implementation of oxo-biodegradable plastic bags and their social and environmental impact in the city of Loja, Ecuador

Raquel Verónica Hernández-Ocampo, Santiago Rafael García Matailo y Vivian Jamileth Santos-Orellana

57

HEALTH SCIENCES AND BIOTECHNOLOGY

Perception of family function as an influence on the use of psychoactive substances

Omayck F. Valarezo-Bravo, Roberto Erazo-Castro y Zhenia Muñoz Vines

65

CLINICAL CASE REPORTS

Endoscopic dilation of esophageal stenosis in a patient with bullous epidermolysis

Luis Aguirre-Padilla, María Ugarte-Olvera, Fabián Bustamante-Albán, Ángel Obregón-Moreno y Valeria Aguirre-Pardo

73

Efecto de un preparado microbiano con actividad ácido-láctica en los indicadores productivos de pollos de engorde

Effect of a microbial preparation with lactic-acid activity on the productive indicators of broilers

Luis Miguel Borrás-Sandoval¹, Giovanni Torres-Vidales¹, Jhon Mora-Arias¹ y Luis Aguirre-Mendoza^{2,*}

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.

² Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

* Autor para correspondencia: luis.aguirre@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 07/08/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 18/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—El comportamiento productivo de los animales de interés zootécnico depende en gran medida de la alimentación y estatus sanitario. En este marco, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un preparado microbiano (PM) con actividad ácido-láctica en los indicadores productivos de pollos de engorde. El experimento duró 42 días y se utilizaron 120 pollitas de la línea Cobb 500 ® de 1 día de edad, con peso promedio de 46 g, distribuidas en 4 grupos experimentales, de 30 animales cada una, según diseño completamente aleatorizado. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1 control, T2 bacitracina de zinc 0,5 g L-1; T3 PM 5 ml L-1 y T4 PM 7,5 ml L-1. El PM se incluyó en el agua de bebida, y las aves se alimentaron con balanceado comercial suministrado una vez al día. Los resultados demostraron mejor respuesta en el peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia en los tratamientos T3 y T4 con respecto al T2 y control. El T4 alcanzó mayor peso final (2 361,2 g; $p < 0,05$), mayor ganancia total de peso (2 318,1 g; $p < 0,05$) y mejor conversión alimenticia (1,25; 2,25 y 2,0; $p < 0,05$). El consumo de alimento no difirió entre los grupos experimentales durante las tres etapas del ensayo. Se concluye que el uso de PM con actividad ácido-láctica en dosis de 7 ml L-1 de agua mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia, por lo que puede constituir una buena alternativa para la cría de pollos de engorde. .

Palabras clave—Probiótico; Ganancia de peso; Conversión alimenticia; Pollos de ceba.

Abstract—The productive behavior of animals of zootechnical interest largely depends on food and health status. Within this framework, the objective of the present work was to evaluate the effect of a microbial preparation (PM) with lactic acid activity on the productive indicators of broilers. The experiment lasted 42 days and 120 1-day-old Cobb 500 ® chicks were used, with an average weight of 46 g, distributed in 4 experimental groups, of 30 animals each, according to a completely randomized design. Four treatments were evaluated: T1 control, T2 zinc bacitracin 0.5 g L-1, T3 PM 5 ml L-1 and T4 PM 7.5 ml L-1. PM was included in drinking water, and birds were fed on commercial feed supplied once a day. The results showed a better response in the final weight, weight gain and feed conversion in treatments T3 and T4, with respect to T2 and control. T4 reached a higher final weight (2361.2 g; $p < 0.05$), greater total weight gain (2318.1 g; $p < 0.05$), and better feed conversion (1.25, 2.25 and 2.0; $p < 0.05$). Food consumption did not differ between the experimental groups during the three stages of the trial. It is concluded that the use of PM with lactic acid activity in doses of 7 ml L-1 of water improves weight gain and feed conversion, so it can be a good alternative for raising broilers.

Keywords—Probiotic; Weight gain; Feed conversion; Broilers.

INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas, debido a la acción conjunta de la genética, sanidad, manejo y nutrición (Kalmar *et al.*, 2013). En Colombia, la Federación Nacional de Avicultores (FENAVI) reportó la producción de 1,6 millones de toneladas de carne de pollo para el año 2018 (FENAVI,

2018). Sin embargo, el uso indiscriminado de antibióticos como promotores de crecimiento genera problemas de resistencia microbiana, con la consiguiente alteración del status sanitario de los animales, efectos residuales con riesgos para la salud pública, se elevan los costos de producción y se disminuye la rentabilidad (Acevedo *et al.*, 2015 y Martínez-Arencibia *et al.*, 2019).

El empleo de probióticos en la crianza de pollos de engorde permite equilibrar el balance de microorganismos benéficos en el tracto gastrointestinal, inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y promueve la producción de enzimas hidrolíticas. Este hecho contribuye a mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes de la dieta y en consecuencia incrementar los indicadores productivos y económicos del sistema (Milián *et al.*, 2008). El mecanismo de acción de las bacterias acidolácticas a nivel intestinal radica en la remoción o eliminación de agentes patógenos entéricos mediante la producción de sustancias antimicrobianas, supresión de la producción de toxinas por inhibición de la actividad metabólica de las bacterias que las producen y la estimulación de mecanismos de defensa y de inmunidad inespecífica (Barrera *et al.*, 2014).

Los aditivos microbianos generalmente presentan pH bajo, están compuestos por lactobacilos, levaduras y ácidos orgánicos de cadena corta. Su uso permite controlar el desarrollo de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, disminuir la incidencia de diarreas, incrementar la retención de energía y nitrógeno y generar mayor ganancia de peso (Borrás-Sandoval *et al.*, 2017). Así mismo, las propiedades acidificantes de estos aditivos, mejoran la funcionalidad intestinal y promueven mayor control del crecimiento de microorganismos sensibles, favorecen las condiciones ecológicas intestinales, aumentan el consumo voluntario de alimento y reducen la mortalidad (Gómez y Hernández, 2009).

Varios estudios destacan los efectos positivos del uso de microorganismos benéficos en la crianza de pollos de engorde. Así, Hoyos *et al.* (2008), mediante el uso de microorganismos eficientes (ME) en dosis de 1 ml L⁻¹ de agua, alcanzaron 67,4 g de ganancia media diaria de peso y una conversión alimenticia de 1,5 a los 21 días, mientras que García *et al.* (2009) con diluciones de 1 ml L⁻¹ y 2,5 ml L⁻¹ de ME en el agua de bebida, obtuvieron ganancias medias diarias de peso superiores a los 50 g e índices de conversión cercanos a 1,3 a los 21 días. Así mismo, Núñez-Torres *et al.* (2017) demostraron que el uso de *Enterogermina* (esporas de *Bacillus clausii*), en dosis de 0,50 ml L⁻¹ de agua de bebida, mejora los índices productivos y económicos en pollos de engorde.

Con estos antecedentes, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de un preparado microbiano con actividad ácido-láctica sobre los indicadores productivos en pollo de engorde, en condiciones de altura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se llevó a cabo en la granja avícola “Villa Johana” ubicada en la ciudad de Tunja, departamento de Boyacá, Colombia, a 2 720 msnm, con una temperatura promedio de 12°C (IDEAM, 2016).

Instalaciones y equipos

Las aves se alojaron en un galpón de 4 m de largo por 5 m de ancho, de estructura metálica, piso de cemento y techo de eternit. El galpón se dividió en 4 compartimentos, se colocó cama de viruta de madera y se ubicaron los comederos y bebederos de acuerdo a los requerimientos técnicos. El control de la calefacción y el manejo de cortinas se realizó de acuerdo con las necesidades de las aves, y la densidad por metro cuadrado se ajustó semanalmente en función de su crecimiento exponencial.

Unidades experimentales

Se utilizaron 120 pollitas de la línea Cobb 500® de 1 día de edad, con un peso promedio de 46 g, las cuales se distribuyeron en 4 grupos experimentales de 30 animales cada uno. El periodo experimental duró 42 días.

Manejo sanitario

El manejo sanitario se realizó siguiendo el esquema de vacunación mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1: Esquema de vacunación de los pollos de engorde durante la duración del experimento. NDV: Virus de Newcastle; IBV: Virus de Bronquitis infecciosa.

Día del experimento	Vacuna	Vía de administración	Cepa
Día 4	Gumboro	Ocular	Bursine 2
Día 7	NDV+IBV*	Ocular	La Sota + H120
Día 14	Gumboro	Agua	Bursine 3
Día 21	NDV+IBV*	Ocular	La Sota + H120

Dieta y preparado microbiano

Las aves se alimentaron con balanceado comercial ITALCOL una vez al día, sin la adición de anticoccidiales. La composición del alimento varió según la etapa productiva: iniciación (1 a 21 días) y finalización (22 a 42 días) (Tabla 2). El preparado microbiano (PROLAC) se elaboró según metodología propuesta por Borrás *et al.* (2017), cuya composición se describe en la Tabla 3.

Tabla 2: Composición de las dietas bases utilizadas en el experimento, según las etapas.

Nutrientes (%)	Iniciación (día)	Finalización (día)
Proteína Cruda	22	19
Grasa	2	2,4
Humedad	13	13
Fibra	5	5
Ceniza	8	8

Tabla 3: Componentes del preparado microbiano (PROLAC).

Componentes	Aporte
Melaza	Azúcares fermentables
Harina de maíz	Energía
Harina de frijol	Proteína
Urea	Nitrógeno no proteico
Sulfato de magnesio	Azufre
Pre-mezcla mineral (Bovinos)	Minerales
Inóculo (Yogurt)	Bacterias ácido lácticas
Agua	Solvente del sistema

Procedimiento experimental

Los tratamientos se suministraron en el agua de bebida de la siguiente manera: Tratamiento uno control (T1) solo agua; tratamiento dos (T2), bacitracina de zinc en dosis de 0,5 g L⁻¹; tratamiento tres (T3), preparado microbiano (PM) en dosis de 5 ml L⁻¹ y tratamiento cuatro (T4), PM en dosis de 7,5 ml L⁻¹. Los aditivos se suministraron en el agua de bebida. Las variables en estudio: peso vivo, ganancia total de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia; se tomaron y registraron semanalmente en cada uno de los tratamientos.

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza mediante diseño completamente aleatorizado. Previo al análisis, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de homogeneidad de las variancias de Levene. Para la comparación entre las medias de los tratamientos, se utilizó prueba de Tukey al nivel 0,05. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS versión 11.0.

RESULTADOS

Indicadores productivos

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los indicadores productivos obtenidos durante la etapa inicial. Se observa uniformidad en el peso inicial, en concordancia con los estándares de la línea genética. Durante esta etapa, el tratamiento cuatro presentó mejor comportamiento productivo ($p < 0,05$) con mayor peso final, mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia, mientras que el grupo control presentó los índices productivos más bajos. La mayor ganancia de peso (357,4 g; $p < 0,05$), registrada en el tratamiento cuatro, está en correspondencia con el mayor peso final (399,5 g) obtenido en éste tratamiento.

Tabla 4: Indicadores productivos en pollos broiler durante la etapa inicial (1 a 14 días). Medias con letras distintas indican diferencia a $p < 0,05$ según Duncan (1956).

	Tratamientos				±EE	Prob.
	T1	T2	T3	T4		
Peso inicial (g)	43,8	42,4	41,6	42,1	0,90	0,05
Peso final (g)	380,9 ^a	383,4 ^a	389,1 ^b	399,5 ^c	3,813	0,05
Ganancia de peso (g)	337,1 ^a	341 ^{ab}	347,5 ^{bc}	357,4 ^c	4,180	0,05
Consumo acumulado (g)	454	448	450	447	-	-
Conversión alimenticia	1,35 ^c	1,31 ^b	1,29 ^b	1,25 ^a	0,008	0,05

La Tabla 5 muestra el comportamiento productivo de los pollos en la etapa de crecimiento (14 a 28 días). Se observa mayor peso final ($p < 0,05$) en el tratamiento cuatro (PM 7,5 ml L⁻¹); sin embargo, la ganancia de peso no muestra diferencia estadística respecto a los demás tratamientos. Así mismo, la conversión alimenticia es similar al tratamiento tres, pero inferior al tratamiento dos.

Tabla 5: Indicadores productivos en pollos broiler en la etapa de crecimiento (14 a 28 días). Medias con letras distintas indican diferencia a $p < 0,05$ según Duncan (1956).

Indicadores	Tratamientos				±EE	Prob.
	T1	T2	T3	T4		
Peso inicial (g)	380,9 ^a	383,4 ^a	389,1 ^b	399,5 ^c	3,813	0,05
Peso final (g)	927,6 ^a	939,7 ^b	942,5 ^b	948,4 ^c	3,813	0,05
Ganancia de peso (g)	546,7 ^a	556,3 ^{bc}	553,4 ^b	548,9 ^{ab}	4,180	0,05
Consumo acumulado (g)	1239	1245	1231	1236	-	-
Conversión alimenticia	2,29 ^c	2,20 ^a	2,22 ^b	2,25 ^b	0,008	0,05

Los resultados de los indicadores productivos en la fase de finalización (28 a 42 días) (Tabla 6) ratifican la mejor respuesta de las aves al suministro de preparado microbiano en dosis de 7,5 ml L⁻¹, con un peso final promedio de 2 361,2 g, una ganancia media de 1 412,8 g y una conversión alimenticia de 2,0.

Tabla 6: Indicadores productivos en pollos broiler en la etapa de finalización (28 a 42 días). Medias con letras distintas indican diferencia a $p < 0,05$ según Duncan (1956).

Indicadores	Tratamientos				±EE	Prob.
	T1	T2	T3	T4		
Peso inicial (g)	927,6 ^a	939,7 ^b	942,5 ^c	948,4 ^d	3,813	0,05
Peso final (g)	2309 ^a	2320 ^b	2343,9 ^c	2361,2 ^d	3,813	0,05
Ganancia de peso (g)	1381,4 ^a	1380,3 ^a	1401,4 ^b	1412,8 ^c	4,180	0,05
Consumo acumulado (g)	2852	2821	2876	2828	-	-
Conversión alimenticia	2,06 ^b	2,04 ^b	2,05 ^b	2,00 ^a	0,008	0,05

DISCUSIÓN

El uso de preparado microbiano en dosis de 5 y 7,5 ml L-1 en el agua de bebida, generó mejor respuesta ($p < 0,05$) en el peso final, ganancia total de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde, durante las tres etapas de cría, con respecto al grupo control y al T2 (bacitracina 0,5 g L-1). El T4 (PM 7,5 ml L-1), alcanzó mayor peso final (2 361 g; $p < 0,05$) y ganancia total de peso (2 318; $p < 0,05$), resultados similares a los obtenidos por Vera-Loor *et al.* (2019) con el suministro de un preparado microbiano que contenía 0,5 ml L-1 de *Bacillus subtilis* y 0,5 ml L-1 de *Lactobacillus salivarius*, en el agua de bebida. Esta respuesta pudo ser propiciada por el efecto benéfico de los microorganismos ácido-lácticos presentes en el PM utilizado. Pese a que no se determinaron las poblaciones de microorganismos del PM, por las características de los insumos y las condiciones de preparación, se puede deducir la presencia de bacterias ácido-lácticas, especialmente de los géneros *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium*, así como levaduras del género *Saccharomyces*, conforme se señala en la literatura existente (Mamdoh y Suliman, 2009; Díaz-Monroy *et al.*, 2014; Borrás *et al.*, 2017).

Varios estudios (Alkhalif *et al.*, 2010; Zhi-gang *et al.*, 2014; Blajman *et al.*, 2015), coinciden en que los microorganismos probióticos contribuyen a mejorar el balance microbiano en el tracto gastrointestinal, inhiben el crecimiento de bacterias patógenas y estimulan la respuesta inmunitaria; además, estimulan la producción de enzimas que contribuyen a mejorar los procesos de digestión y absorción de los nutrientes de la dieta, lo que se traduce en el mejoramiento de los indicadores productivos. Según Castro y Rodríguez (2005), las levaduras no colonizan el tracto digestivo, pero pueden estimular las disacaridasas de las microvellosidades del tracto gastrointestinal, estimular la inmunidad innata e inducir efectos antiadhesivos y antagonistas frente a patógenos, que se traducen en la mejora de los rendimientos productivos. Por otro lado, la presencia de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, pudieron disminuir el pH en el intestino que, a su vez, inhibió el crecimiento de microorganismos patógenos.

El consumo de alimento no mostró variaciones significativas entre los grupos experimentales durante las tres etapas de experimentación, con valores acumulados que fluctuaron

entre 4 518 g en el T4 a 4 561 g en el T3. Estos resultados son similares a los reportados por Espinoza *et al.* (2019) en pollos de engorde con dos niveles de enramicina (5 y 10 ppm) y tilosina fosfato (55 ppm) con valores de 4 476, 4 578 y 4 580 g, respectivamente, al igual que Vera-Loor *et al.* (2019) con el suministro de una mezcla probiótica, pero son inferiores a los resultados obtenidos por Núñez *et al.* (2017) en pollos de engorde con tres niveles de enterogermina, cuyos valores de consumo superan los 6 100 g. Estas diferencias en el consumo podrían deberse a que estos autores trabajaron hasta el día 49, mientras que en el presente estudio se trabajó hasta los 42 días.

Durante la fase inicial, se observó mejor conversión alimenticia, luego desmejoró ligeramente en la segunda etapa y se recuperó en la fase de finalización. El T4 alcanzó la mejor conversión alimenticia ($p < 0,05$) con 1,25, 2,25 y 2,0 en las tres etapas respectivamente. Estos resultados son similares a los reportados por Núñez *et al.* (2017) en pollos de engorde con 0,5 ml L-1 de enterogermina en el agua de bebida. Al parecer, la dosis de PM suministrada propició la suficiente cantidad de microorganismos probióticos, que contribuyeron a inhibir la acción de las bacterias patógenas y a mejorar la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes de la dieta.

Al respecto, Chávez *et al.* (2016) afirman que estos microorganismos juegan un papel importante en los procesos digestivos, debido a que favorecen el aumento en la actividad catalítica de las enzimas digestivas, permitiendo la degradación de macromoléculas en otras más pequeñas, de fácil difusión y absorción por las paredes intestinales. Así mismo, Ahmad (2006) señala que la administración de probióticos puede estimular el sistema inmunitario de diversas maneras: generando una mayor actividad de macrófagos y una mayor capacidad para fagocitar partículas de microorganismos, incrementando la producción de inmunoglobulinas G y M e interfirieron y aumentando los anticuerpos locales en las superficies mucosas. Este aspecto contribuye a garantizar un buen status sanitario de las aves y en consecuencia a mejorar la eficiencia de conversión del alimento en tejido corporal.

REFERENCIAS

- Acevedo, D., Montero, P., y Jaimes, J. (2015). Determinación de antibióticos y calidad microbiológica de la carne de pollo comercializada en Cartagena (Colombia). *Revista Información tecnológica*, 26(1), 71-76.
- Ahmad, I. (2006). Effect of probiotics on broilers performance. *International Journal of Poultry Science*, 5(6); 593-597.
- Alkhalif, A., Alhajib, M. y Al-homidan, I. (2010). Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. *Saudi Journal of Biological sciences*, 17(3), 219-225.
- Barrera, B., Rodríguez, G. y Torres, V. (2014). Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno

y parámetros zootécnicos en pollo de engorde. *Revista Orinoquia*, 18(2), 52-62.

Blajman, J., Zbrun, M., Astesana, D., Berisvil, A., Romero, A., Fusari, M., Soto, L., Signorini, M., Rosmini, M y Frizzo, L. (2015). Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(4), 360-367.

Borrás-Sandoval, L., Valiño-Cabrera, E., y Rodríguez-Molano, C. (2017). Preparado microbiano con actividad ácido láctica como acelerante biológico en los procesos de fermentación para alimento animal. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(1), 7-13.

Castro, M. y Rodríguez, F. (2005). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Revista Corpoica*, 6, 26-38.

Chávez, A., López, A. y Parra, J. (2016). El uso de *Enterococcus faecium* mejora parámetros productivos en pollos de engorde. *Rev Med Vet Zoot*, 63(2), 113-123.

Díaz-Monroy, B., Elías-Iglesias, A. y Valiño-Cabrera, E. (2014). Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes nativos para ensilajes. *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 17-25.

Duncan, D. (1955). Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics. Journal of Experimental Botany*, 11, 1-42.

Espinoza, S., Icochea, E., Reyna, P., San Martín, V., Cribillero, N. y Molina, D. (2019). Comparación del rendimiento productivo de pollos de engorde suplementados con tylosina fosfato versus enramicina como promotores de crecimiento. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 30(1), 483-488.

Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENA-VI) (2018). Obtenido de www.fenavi.org.

García, V., Ávila, L., Rodríguez, M. (2009). Evaluación del efecto de microorganismos eficientes en agua de bebida suministrado a pollos Ross x Ross en la granja Tunguavita. *Rev. Ciencia y agricultura*, Vol.7, 83-94.

Gómez, G. y Hernández, L. (2009). Evaluación de la eficiencia de tres niveles de inclusión de acidificante Acidtek Av en la mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión en aves de genética ross en granja experimental de Colombia. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacion-eficiencia-tres-niveles-t28056.htm>.

Hoyos, H., Alves, G., Jabid, R., Garcés, B., Pérez, F., Mattar, V. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM) en una explotación avícola de Córdoba: parámetros productivos y control ambiental. *Rev. MVZ Córdoba*, 13(2), 1369-1379.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2016). Disponible en:

<http://www.bart.ideam.gov.co/cliciu/tunja/temperatura.htm>.

Kalmar, I., Vanrompay, D. y Janssens, G. (2013). Broiler ascites syndrome: collateral damage from efficient feed to meat conversion. *Vet J*, 197, 169-174.

Mamdoh, O. y Suliman, A. (2009). Probiotics Bacteria in Fermented Dairy Products. *Pakistan Journal of Nutrition*, Vol. 8, 1107-1113.

Martínez-Arencibia, Y., Medina-Marrero, R., García-Bernal, M., Gutiérrez-Parra, M., Cupull-Santana, R., Díaz-Díaz, M., Casanova-González, M., Álvarez-Herrera, I., Prendes-Rodríguez, E. y Soto-Fexas, M. (2019). Utilización de *Streptomyces* sp. RL8 como agente probiótico en pollos de la raza Leghorn. *The Biologist* (Lima), 17(1), 107-116.

Milián, G., Pérez, M. y Bocourt, R. (2008). Empleo de probióticos a base de *Bacillus* sp y sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 117-122.

Núñez-Torres, O., Arévalo, R., Gerardo, E. y Guerrero, J. (2017). Efecto de la enterogermina (esporas de *Bacillus clausii*) en el comportamiento productivo de pollos de engorde. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 28(4), 861-868.

Zhi-gang, T. Naeem, M., Chao, W., Tian, W. y Yan-min, Z. (2014). Effect of dietary probiotics supplementation with different nutrient density on growth performance, nutrient retention and digestive enzyme activities in broilers. *Journal of Animal y Plant Sciences*, 24 (5), 1309-1315.

Vera-Loor, L., Cedeño-Hernández, M., Solórzano-Zambrano, L. y Bonilla-Loor, M. (2019). Efecto de una mezcla probiótica en el comportamiento productivo en pollos de ceba. *PRO-SCIENCES: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3 (20), 22-27.

Vélez-Mantuano, K., Castro-Pin, C. y Molina-Bazurto, R. (2020). Aplicación del probiótico *Bacillus subtilis* en pollos de engorde Cobb 500: evaluación de parámetros productivos. *Revista de Ciencias Agropecuarias. ALLPA*, 3(5), 35-49.

Percepción de abandono de animales de compañía en el Distrito Metropolitano de Quito en el contexto de COVID-19

Perception of pet abandonment in Quito Metropolitan District in the COVID-19 context

Karina Pisco Maldonado¹ and Roberto Bustillos Huilca^{2,*}

¹ Spay Project. Quito, Ecuador.

² Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

* Autor para correspondencia: robertobustillos_mvz@hotmail.com

Fecha de recepción del manuscrito: 13/10/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—Durante la cuarentena establecida para frenar los contagios causados por COVID-19, se difundieron noticias sobre un incremento en el abandono de animales de compañía en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). No existen datos publicados que permitan conocer la tasa de abandono de perros y gatos en esta ciudad, por lo que se propuso realizar un estudio para conocer la percepción general de la ciudadanía del DMQ. Se estableció una encuesta de diez preguntas enviadas de manera aleatoria a través de redes sociales. A partir de las 751 encuestas recibidas de todo el DMQ, se observó que se percibe un incremento del abandono de perros y gatos del 80,81%. Sin embargo, la ciudadanía no lo ha evidenciado directamente, sino que se remite a lo que ha leído en redes sociales (41,60%). Únicamente el 24,50% de encuestados observó un aumento de animales deambulando en las calles de su sector, destacándose las administraciones zonales Quitumbe, Calderón y Eloy Alfaro, zonas con barrios de quintiles de pobreza más bajos. Las posibles causas son los problemas económicos (60,89%) y falta de interés por los animales (40,32%). La mayoría de encuestados conoce que los animales no pueden ser causa de contagio de COVID-19 (89,71%) y los consideran parte de su familia (89,08%). El incremento en las calles de animales de compañía por abandono es un grave problema de salud pública debido a las zoonosis, mordeduras, accidentes de tránsito y contaminación ambiental por excretas y cadáveres en descomposición si estos mueren en las calles.

Palabras clave—Coronavirus; Crisis; Gatos; Perros; Sobrepopulación.

Abstract—During the quarantine established to stop infections caused by COVID-19, news were released about an increase in the abandonment of companion animals in the Metropolitan District of Quito (DMQ). There is no published data that measures the abandonment rate of dogs and cats in this city, so a study was proposed to determine the general perception of the citizenship of the MDQ. A survey of ten questions randomly sent through social networks was developed. From the 751 surveys received from all over the MDQ, it was showed that the citizens perceive that there has been an increase in the abandonment of dogs and cats of 80.81%. However, citizens have not directly observed this, but refer to what they have read on social networks (41.60%). Only 24.50% of respondents observed an increase in animals roaming the streets of their zones, most notably in the Quitumbe, Calderón and Eloy Alfaro zonal administrations, areas with neighborhoods in the lowest poverty quintiles. Possible causes are economic problems (60.89%) and lack of interest in animals (40.32%). The majority of respondents know that animals cannot be the cause of contagion of COVID-19 (89.71%) and consider them part of their family (89.08%). The increase in the streets of pets due to abandonment is a serious public health problem due to zoonoses, bites, traffic accidents and environmental contamination by excreta and decomposing corpses if they die on the streets.

Keywords—Coronavirus; Crisis; Cats; Dogs; Overpopulation.

INTRODUCCIÓN

El abandono de perros y gatos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) es una de las causas de sobrepoblación de animales de compañía en la ciudad. Esta problemática, combinada con la ausencia de un sistema de registro, la venta indiscriminada de mascotas, la reproducción inintencionada e intencionada, la falta de esterilización

de perros y gatos, y la tenencia irresponsable, entre otros, son factores que desencadenan el incremento de estos animales domésticos en las calles de la urbe (De La Torre *et al.*, 2018).

El bienestar y los derechos de los animales son temas que han ganado protagonismo en estos tiempos (Mesías, 2018). Estos aspectos se relacionan con la sensibilidad humana, el

cuidado del medio ambiente, la biodiversidad y por consiguiente la protección del planeta. Sin embargo, hay otros determinantes que influyen negativamente sobre el trato y respeto hacia ellos, como la pobreza, el acceso a servicios veterinarios, acceso a servicios básicos y nivel educativo, factores que en muchos casos pueden degenerar en comportamientos catalogados como maltrato animal (Colegio de Ciencias Biológicas y Ambiental, 2018). La Fundación PR Animals de Puerto Rico plantea que es indispensable actuar con empatía, compasión, en pro del bienestar animal si queremos trabajar en el control de sobrepoblación de animales en condición de calle (Aragunde y Martínez, 2017).

En el año 2014, la Secretaría de Salud del DMQ realizó la Consultoría “Para la Construcción de una Política Integral Para el Tratamiento de la Fauna Urbana en el Distrito Metropolitano de Quito” (F. Arroyo, com. pers.). Los resultados del estudio revelaron la existencia de aproximadamente 600.000 animales de compañía (entre perros y gatos). De estos, 100.000 contaban con un tutor responsable, 100.000 se encontraban en total abandono, viviendo en las calles de la ciudad, mientras 400.000 se encontraban en las calles con permiso para vagar, es decir, animales que pese a tener un tutor, son dejados en espacios públicos durante horas, o a lo largo del día para que se alimenten y excreten.

La sobrepoblación de animales de compañía deambulando en las calles netamente es un problema de salud pública. Las consecuencias de mayor impacto en la salud de una comunidad están en la transmisión de zoonosis, aumento de mordeduras hacia personas y otros animales, aumento de accidentes de tránsito donde pueden ser causantes o víctimas, y contaminación ambiental a través de romper fundas de basura para alimentarse (lo que genera desperdicios y alimento para otros animales en condición de plaga), excretas y cadáveres en descomposición si mueren en las calles (Pinillos *et al.*, 2016).

En estudios realizados por la Universidad San Francisco de Quito en el año 2018, se presentó un censo de animales abandonados en el DMQ, determinándose la presencia de un animal por cada 22 habitantes (De La Torre *et al.*, 2018). Teniendo en cuenta que la población capitalina es de 2 700.000 habitantes (INEC, 2020), estas cifras equivaldrían a 122.727 animales en total estado de abandono que viven en las calles. Estos datos ponen en evidencia que todas las estrategias utilizadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado del DMQ desde el año 2012 para controlar la sobrepoblación de animales de compañía, no estarían funcionando. Por lo tanto, será indispensable revisar los factores previamente mencionados como origen de la sobrepoblación, con el fin de replantear estrategias más efectivas. Probablemente esto se debe a la reproducción y venta indiscriminada de perros y gatos en la urbe, invalidando los resultados favorables que cualquier estrategia pudiera tener (Luna, 2019).

La falta de datos estadísticos sobre el abandono de perros y gatos en el DMQ, ya sea por meses o por años, ha suscitado la necesidad de realizar investigaciones que se encaminen a generar métricas y medidas de protección contra el abuso animal. Con fecha 16 de abril del 2020, atravesando la crisis

sanitaria, social, emocional y económica, debido a la pandemia de la COVID-19, diferentes medios de comunicación dieron a conocer un descomunal incremento de abandono de mascotas, refiriendo la cifra de 900 %, y advirtiendo a la ciudadanía sobre las sanciones que se impondrían en caso de abandono de las mismas (El Comercio, 2020).

A nivel mundial se habla del abandono de animales de compañía causado por la crisis económica y el miedo de contagio de COVID-19 a través de ellos, a pesar de que algunas organizaciones internacionales de salud han emitido comunicados y guías de que los perros y gatos no son fuente de contagio a las personas (Centers for Disease Control and Prevention, 2020; Eye, 2020; Ristow *et al.*, 2020; Shi *et al.*, 2020).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se propuso el presente estudio, con el objetivo de conocer la percepción de la ciudadanía ante el posible incremento de la tasa de abandono de animales de compañía, en el contexto de la crisis por COVID-19. Los resultados obtenidos ayudarán a evidenciar la veracidad y dimensión de esta problemática en todas las Administraciones Zonales del DMQ.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo observacional descriptivo con carácter social, fue realizado mediante la aplicación de una encuesta vía on-line, misma que fue generada en la aplicación Survey Monkey y que fue enviada a través de las redes sociales WhatsApp y Facebook, con el objetivo de alcanzar el mayor número posible de encuestados que representen a la ciudadanía en general del DMQ. Se recibieron las respuestas anónimas en un periodo de ocho días, del 20 al 27 abril del 2020 para luego analizar los resultados.

La encuesta se estructuró con 10 preguntas cerradas, para identificar las percepciones de los ciudadanos con respecto al posible incremento de la tasa de abandono de animales de compañía, en el contexto de la crisis por COVID-19. La información obtenida se exportó a una hoja de cálculo Excel 2016 y se realizó el análisis de los datos con estadística descriptiva a través de tablas y gráficos.

RESULTADOS

La mayor parte de encuestados fueron mujeres, representando el 64,52%, de edad comprendida entre los 31 a 50 años constituyendo el 51,47%; el 9,62% no pertenece a ninguna Organización de la Sociedad Civil que trabaje a favor de los animales (Tabla 1).

El sector de residencia de los encuestados estuvo distribuido en las diferentes administraciones zonales del DMQ, sin embargo el 31,43% de encuestados no supo determinar su Administración Zonal. Varios encuestados tampoco supieron indicar a qué jurisdicción pertenecía su barrio (14,15%), mientras que el 17,28% detalló el barrio en el que se encontraba (Tabla 1).

La mayoría de las personas han escuchado de un incre-

Tabla 1: Características generales de los encuestados en relación a la percepción de abandono de animales de compañía en el DMQ, año 2020.

	Total (n)	Frecuencia (%)
Muestra	751	100,00
Sexo		
Femenino	482	64,52
Masculino	261	34,94
Otro	4	0,54
Total	747	100,00
Perdidos	4	
Edad (años)		
15-30	182	22,33
31-50	385	51,47
51-70	174	23,26
>70	7	0,94
Total	748	100,00
No respondido	3	
Administración Zonal		
Calderón	50	6,80
La Delicia	85	11,56
Eugenio Espejo	53	7,21
Manuela Sáenz	23	3,13
Eloy Alfaro	82	11,16
Quitumbe	44	5,99
Los Chillos	67	9,12
Tumbaco	64	8,71
La Mariscal	36	4,90
Otro	127	17,28
No Sabe	104	14,15
Total	735	100,00
No respondido	16	
Pertenece a Organización		
Sí	70	9,38
No	676	90,62
Total	746	100,00
No respondido	5	

mento del abandono desde que se inició la cuarentena por COVID-19 (80,81 %); el 61,73 % de estos no ha evidenciado el abandono de perros y gatos como tal y se remiten a lo que han podido leer en redes sociales (41,60 %). Tan sólo un 2,31 % ha observado el momento preciso del abandono de perros y/o gatos, o han encontrado animales abandonados fuera de su lugar de residencia. Además, un 24,50 % ha visibilizado un mayor número de animales deambulando en las calles del sector de su residencia desde que empezó la cuarentena (Tabla 2).

Entre las causas que podrían estar generando el incremento de abandono de animales de compañía, el 60,89 % supone que se trataría de problemas económicos y por tanto falta de alimento para los animales. El 39,78 % piensa que las personas tienen miedo al contagio a través de sus animales de compañía, mientras que el 40,32 % asegura que se debe a la falta de interés hacia sus mascotas (Tabla 2).

La mayoría de los encuestados (89,71 %) creen que los animales no son causa de contagio de COVID-19, y el 89,08 % consideran a sus animales como parte de su familia,

lo que evidencia que en la actualidad las personas tienen una importante relación humano-animal y son más sensibles a esta problemática (Tabla 2).

Tabla 2: Percepción del abandono de animales de compañía en el DMQ, año 2020.

Muestra	Total (n)	Frecuencia (%)
751	751	100,00
Ha escuchado de abandono		
Sí	602	80,81
No	98	13,15
No sabe	45	6,04
Total	745	100,00
No respondido	6	
Ha evidenciado el abandono		
Sí	284	38,27
No	458	61,73
Total	742	100,00
No respondido	9	
Forma de evidenciar el abandono		
Observación en el momento	15	2,31
Observación incremento animales en el sector	159	24,50
Le contaron	35	5,39
Redes sociales	270	41,60
Otro	38	5,86
No sabe	132	20,34
Total	649	100,00
No respondido	102	
Razones de abandono		
Económicas	450	60,89
Miedo al contagio	294	39,78
Falta de interés por el animal	298	40,32
Otro	66	8,93
Total	739	100,00
No respondido	12	
Capacidad de los animales de compañía para transmitir coronavirus		
Sí	29	3,88
No	671	89,71
No sabe	48	6,42
Total	748	100,00
No respondido	3	
Forma de considerar a los animales de compañía		
Parte de la familia	661	89,08
Seguridad para hogar o empresa	21	2,83
Criadero	0	0,00
No tiene	54	7,28
Otro	6	0,81
Total	742	100,00
No respondido	9	

En relación a las administraciones zonales se evidenció que en Quitumbe, Calderón y Eloy Alfaro existe mayor percepción de abandono, con el 47,62%, 40% y 28,77% respectivamente, zonas que corresponden a las de mayor problemática de fauna urbana y donde existen sectores vulnerables con familias correspondientes a quintiles de pobreza 1 y 2 (Tabla 3).

Tabla 3: Observación del abandono de animales de compañía en el DMQ, año 2020.

Administración Zonal	Total (n)	Frecuencia (%)
Calderón	20	40,00
La Delicia	22	26,09
Eugenio Espejo	11	20,93
Manuela Sáenz	6	26,32
Eloy Alfaro	23	28,77
Quitumbe	20	47,62
Los Chillos	11	17,24
Tumbaco	11	18,00
La Mariscal	7	21,88

DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que hay una percepción de incremento de la tasa de abandono de animales de compañía en el Distrito Metropolitano de Quito, esta se basa en información de las redes sociales, mas no en una evidencia concreta del abandono. De acuerdo a las guías internacionales de control de poblaciones caninas y felinas, la creación de albergues en una comunidad no es la solución a los problemas de abandono ni de animales en condición callejera (International Companion Animal Management Coalition, 2007, 2011; Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals International, 2016); la existencia de albergues generará mayor irresponsabilidad en las personas que por algún motivo no quieren seguir a cargo de sus animales, pues tienen un lugar donde abandonarlos (Fatjó, 2019; Griffin, 2020).

Si analizamos la crisis económica actual que ha golpeado de manera abrupta al país por la pandemia de COVID-19 y nos centramos específicamente en las poblaciones de quintiles 1 y 2, veremos que las acciones municipales evidenciadas en redes sociales y prensa, están generando un mensaje susceptible a mala interpretación de la población que sufre esta crisis y no tiene alimento para sus familias, que podría optar por abandonar a los animales o dejarlos salir de casa para que el personal municipal alimente y vele por ellos, como se puede observar en medios de comunicación que lo hacen con los animales en condición de calle (Campbell, 2020).

En muchos países europeos donde existen campañas destinadas a esterilizar animales por temporadas específicas, en especial en gatos, las organizaciones defensoras de animales están solicitando a sus gobiernos no dejar de lado este tipo de campañas, pues se conoce que si se alimenta a los animales en condición de calle, se convertirán en animales más fuertes reproductivamente y tendrán camadas con mayor número de crías (RIF, 2020). Esto generaría un impacto negativo para la problemática de sobrepoblación de

animales de compañía, teniendo en cuenta que los procesos de adopción de los mismos también han disminuido debido a la crisis financiera, pudiendo desencadenar en eutanasias masivas dentro de los refugios.

El aumento del abandono de animales de compañía en el Distrito generará no solo un incremento de estos animales deambulando en la calle y su exposición al hambre, maltrato y riesgo de muerte, sino también a un deterioro de la salud y bienestar de la comunidad. Como menciona el concepto de One Welfare, la salud y bienestar humanos se relacionan con la salud y bienestar de sus animales, pero también de su entorno, por lo que es imprescindible empezar a visualizar y entender esta problemática de una manera abarcativa, multifacética y multidisciplinaria (Pinillos *et al.*, 2016).

Dentro de las limitaciones encontradas en este estudio, se encuentra que, al ser una encuesta transversal y por redes sociales, pueden existir sesgos en la información recabada, así como la parcialidad de los encuestados puede estar presente. En este tipo de estudios no se puede determinar la causa y el efecto directo de la problemática, sin embargo, podemos tener una idea clara de la perspectiva de la población de la ciudad de Quito con respecto al abandono de animales de compañía durante esta crisis por COVID-19.

CONCLUSIONES

Se ha escuchado de un incremento del abandono de animales de compañía en el Distrito Metropolitano de Quito desde que se inició la cuarentena por COVID-19, sin embargo, no existe suficiente evidencia que lo demuestre y se remite a lo que se ha podido leer en redes sociales. Lo que sí se ha evidenciado es un incremento de perros y gatos deambulando, principalmente en las administraciones zonales que tienen alta problemática de fauna urbana y con sectores extremadamente pobres.

Parece que, de existir un abandono de animales de compañía, la causa de mayor peso sería la crisis económica que está enfrentando la población por la pandemia, así como el miedo al contagio de COVID-19 a través de ellos y la falta de interés en los animales; sin embargo, la mayoría de las personas encuestadas conocen que sus animales de compañía no pueden ser transmisores de esta enfermedad. También hay que considerar que el mensaje que envía la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito a través de redes sociales, prensa y medios de comunicación en general, ha sido mal interpretado por la ciudadanía que ve la opción de dejar salir a sus animales para ser alimentados por el personal municipal.

REFERENCIAS

- Aragunde, Ú., y Martínez, L. (2017). Fundación PR Animals: Educación compasiva y acciones solidarias con animales en Puerto Rico. *Fronteras de la Ciencia*, 2, 12–17.
- Campbell, C. (2020). 'They Are Overwhelmed.' *China's Animal Shelters Can't Cope With the Number of Pets Abandoned Due to COVID-19*.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *COVID-19 and Animals*.

- Colegio de Ciencias Biológicas y Ambiental. (2018). *Plan de Acción Para el Manejo de Animales de Compañía en el Distrito Metropolitano de Quito* (Inf. Téc.). Quito.
- De La Torre, S., Figueroa, C., Cárdenas, M., Sampedro, C., y Grijalva-Rosero, J. (2018). *Resultados del I Censo Ciudadano de Perros Abandonados en Quito* (Inf. Téc.). Quito.
- El Comercio. (2020). *El Municipio de Quito aplicará sanciones económicas a quienes abandonen en la calle a sus mascotas*. Quito.
- Eye, M. E. (2020). *Coronavirus in Turkey: Pets abandoned amid fears of contagion*.
- Fatjó, J. (2019). *Estudio “El nunca lo haría” de la Fundación Affinity sobre el abandono*.
- Griffin, O. (2020). *Animalistas en América Latina luchan por ayudar a mascotas abandonadas en medio del coronavirus*.
- INEC. (2020). *Población y Demografía*.
- International Companion Animal Management Coalition. (2007). *Guía para el Manejo Humanitario de Poblaciones Caninas* (Inf. Téc.). UK.
- International Companion Animal Management Coalition. (2011). *Humane Cat Population Management Guidance* (Inf. Téc.). UK.
- Luna, G. (2019). Social Division by Strata, Materialism, and the Situation of Dogs in Colombia. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 19(37), 55–68. doi: 10.22518/usergioa/jour/ccsh/2019.2/a05
- Mesías, J. (2018, apr). Los delitos de maltrato y abandono de animales en el Código Penal español. *da.Derecho Animal (Forum of Animal Law Studies)*, 9(2), 65–105. doi: 10.5565/REV
- Pinillos, G. R., Appleby, M. C., Manteca, X., Scott-Park, F., Smith, C., y Velarde, A. (2016, oct). One Welfare - A platform for improving human and animal welfare. *Veterinary Record*, 179(16), 412–413. doi: 10.1136/vr.i5470
- RIF. (2020). *COVID-19: ¿Cómo se ven afectados los animales abandonados?* France.
- Ristow, L. E., Carvalho, O. V. d., y Gebara, R. R. (2020). COVID-19 em felinos, seu papel na saúde humana e possíveis implicações para os seus tutores e para a vigilância em saúde. *Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Unico de Saude do Brasil*, 29(2), e2020228. doi: 10.5123/s1679-49742020000300005
- Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals International. (2016). *Guía para el diseño y manejo de un albergue para animales* (Inf. Téc.). UK.
- Shi, J., Wen, Z., Zhong, G., Yang, H., Wang, C., Huang, B., ... Bu, Z. (2020, may). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, 368(6494), 1016–1020. doi: 10.1126/science.abb7015

Respuesta morfológica en diferentes especies de cítricos usadas como portainjertos, sometidas a estrés salino e hídrico bajo condiciones de invernadero

Morphological response in different citrus species used as rootstocks, subjected to saline and water stress under greenhouse conditions

Wagner Landin-García^{1,*} and Fernando Granja¹

¹ Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

* Autor para correspondencia: wagner.landin@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 07/12/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 21/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—Debido a las condiciones de cambio climático actual y a la elevada susceptibilidad a estrés abiótico, los cítricos requieren de un correcto uso de portainjertos que permitan una óptima producción con tolerancia a las condiciones ambientales cambiantes. Por tal razón se estudió el comportamiento de tres portainjertos de cítricos, sometidos a estrés salino e hídrico por déficit y exceso, bajo condiciones de invernadero. Se establecieron 12 tratamientos, resultantes de tres tipos de estrés (salinidad, déficit hídrico y exceso hídrico) más un testigo (condiciones óptimas) y tres portainjertos (mandarino cleopatra, limón mandarino y naranjo agrio). Para salinidad se mantuvo el sustrato a 6 dS/m (conductividad eléctrica) y capacidad de campo, en déficit hídrico se aplicó el 40% de la capacidad de campo, en exceso se empleó el 150% de la capacidad de campo, y en condiciones óptimas se trabajó a <1dS/m y capacidad de campo. Se midieron variables vegetativas y de crecimiento (altura, diámetro de tallo, número de hojas, densidad estomática, entre otras). Limón mandarino obtuvo un valor significativamente superior en la mayoría de las variables (altura, número de hojas, diámetro de tallo, entre otras), mientras que mandarino cleopatra fue el que menor desarrollo exhibió.

Palabras clave—Sequía; Cambio climático; Estrés abiótico; Conductividad; Salinidad; Limón mandarino; Naranjo agrio; Mandarino cleopatra; Anegamiento.

Abstract—Due to the current climate change conditions and the high susceptibility to abiotic stress, citrus fruits require the correct use of rootstocks that allows optimal production with tolerances to changing environmental conditions. For this reason, the behavior of three citrus rootstocks, undergone to saline and water stress due to deficit and excess, under greenhouse conditions was studied. Twelve treatments were established, resulting from three types of stress (salinity, water deficit and water excess) plus a control (optimal conditions) and three rootstocks (cleopatra mandarin, mandarin lemon and sour orange tree). For salinity, the substrate was maintained at 6 dS/m (electrical conductivity) and field capacity, in water deficit 40% of the field capacity was applied, in excess 150% of the field capacity was used, and under optimal conditions work was done at <1dS / m and field capacity. Vegetative and growth variables were measured (height, stem diameter, number of leaves, stomatal density, among others). Mandarin lemon obtained a significantly higher value in most variables (height, number of leaves, stem diameter, among others), whilst cleopatra mandarin was the one that exhibited the least development.

Keywords—Drought; Climate change; Abiotic stress; Conductivity; Salinity; Mandarin lemon; Sour orange; Cleopatra mandarin; Water-logging.

INTRODUCCIÓN

La citricultura es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial: de 194 países en 100 se realiza esta actividad, con niveles de producción y venta que sobrepasan a todas las demás frutas comerciales (Comité de gestión de cítricos, 2016; FAO, 2017).

La gran antigüedad de algunas plantaciones (Yances,

2018), las condiciones de estrés salino e hídrico a las que en muchos casos están sometidas (Rodríguez, 2012) o el origen de la mayoría de las plantaciones de pequeños y medianos productores son algunos de los grandes problemas que enfrenta la citricultura en el país.

Precisamente el empleo de portainjertos se considera una buena alternativa para el correcto manejo del estrés hídrico y

salino (Rodríguez, 2012), para así obtener rendimientos considerables que resulten rentables para el citricultor. A nivel internacional existen portainjertos desarrollados que brindan resistencia o tolerancia a múltiples situaciones (Rodríguez, 2012), pero su uso está restringido a citricultores con acceso a ellos por sus altos costos de importación y aplicación en campo, limitando oportunidades a medianos y pequeños productores.

Citrus reshni o mandarina cleopatra, *Citrus x aurantium* o naranjo agrio y *Citrus x limonia* o limón mandarina son especies con alta presencia y fáciles de conseguir que pueden usarse como pie de injerto en Ecuador; mediante observaciones directas se ha comprobado que se adaptan a diferentes ambientes de estrés abiótico, pero no hay estudios científicos que lo respalden.

La presente investigación pretende sentar bases para que los productores se motiven a sembrar cítricos con conocimiento del material que utilizan, por tal razón el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento morfológico de diferentes especies de cítricos naturalizados, frente a situaciones de estrés abiótico bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en un invernadero de la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la ciudad de Loja (región sur del Ecuador), sobre patrones de limón mandarina, mandarina cleopatra y naranjo agrio.

El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo bifactorial, en donde se definieron tres tipos de estrés más un blanco (salinidad, déficit hídrico, exceso hídrico y condiciones óptimas) y tres tipos de portainjertos (mandarina cleopatra, limón mandarina y naranjo agrio), teniendo un total de 12 tratamientos; de cada tratamiento se hicieron cinco repeticiones (se estableció una planta para cada repetición, por lo que se tuvieron cinco plantas para cada tratamiento), por lo que en total se tuvieron 60 unidades experimentales, es decir, 60 plantas.

Se realizó la investigación desde el 17 de agosto hasta el 15 de noviembre de 2020, tiempo en el que los portainjertos estuvieron sometidos a los diferentes tipos de estrés; se tomaron datos directos de las variables altura, diámetro de tallo y número de hojas, cada 10 días durante tres meses a todas las unidades experimentales, mientras que el resto de variables incremento de altura, tasa de crecimiento absoluto (TCA) de altura, tasa de crecimiento relativo (TCR) de altura, número de hojas, TCA número de hojas, TCR número de hojas, número de ramificaciones, área foliar, Δ diámetro de tallo, TCA diámetro de tallo, TCR diámetro de tallo, densidad estomática, volumen de copa, peso seco aéreo, peso seco radicular y peso seco total) fueron calculadas o generadas al final del ensayo.

Para obtener la variable volumen de copa, se aplicó la fórmula de Turrel (Chabbal *et al.*, 2015) que establece que Volumen de copa = $0,5236 * H * D^2$ en donde 0,5236 es una

constante, H es la altura final de la planta y D es el diámetro de copa en centímetros (el cual fue medido previamente para poder aplicar la fórmula mencionada). Referente al procedimiento de pesos secos, se usó la estufa de secado a 75 °C por un lapso de 72 horas que fue cuando se llegó a peso seco constante. Para dicho cometido se tomaron tres plantas por tratamiento y se separó la parte aérea de la raíz, se pesaron inicialmente las bolsas y el peso fresco de las plantas, se ingresaron y cada 24 horas se repesaba para poder saber cuando ya no hubo variación y retirarlas de la estufa. Finalmente se restó el peso de la bolsa de papel al peso final y se obtuvo el peso del material vegetal sin ruido.

Los individuos de experimentación tenían 8 meses al momento del comienzo del ensayo; las semillas fueron obtenidas de parentales plenamente identificados en la región sur de Ecuador: mandarina cleopatra y naranjo agrio fueron recolectadas de la parte baja del Parque Nacional Podocarpus de la jurisdicción de Loja, de la zona conocida como Caxarumi (vía a Malacatos) y las semillas de limón mandarina fueron obtenidas en la ciudad de Zamora en el barrio Dos de noviembre, calles Avenida Policía Nacional y Unidad Provincial. Las plantas sometidas a estrés salino se colocaron en sustrato estándar 3:2 (tierra de montaña: arena de río) al cual se le midió mediante el conductímetro la conductividad eléctrica (CE) inicial (1 dS/m) y el pH (neutro). Otras propiedades físico-químicas del sustrato no pudieron ser evaluadas con detalle en la presente investigación.

El sustrato fue llevado a una CE de 6 dS/m para lo cual se realizó la adición de NaCl al agua de riego (1 g de NaCl disuelto en 1000 ml de agua, eleva la CE a 4,6 dS/m). Se midió dicho parámetro con la ayuda de un conductímetro y se mantuvo el riego a capacidad de campo basándolo en medidas establecidas mediante el método gravimétrico y uso del tensiómetro (Aguirre, 2009).

Para el estrés hídrico por déficit se trabajó al 40% de la capacidad de campo, y para el estrés por exceso de agua se trabajó con el 150% de la capacidad de campo, basados en medidas establecidas mediante el método gravimétrico y uso del tensiómetro; en ambos tratamientos de estrés hídrico se mantuvo la CE <1 dS/m. Para las condiciones óptimas se mantuvo el sustrato a capacidad de campo y la CE <1 dS/m (Sandor, 2008; Montoliu, 2010; Tomassino, 2018).

Las condiciones microambientales del invernadero fueron las siguientes: humedad máxima de 62,3%, humedad mínima de 38,5%, temperatura máxima de 26,7 °C y temperatura mínima de 20,7 °C. Para realizar el análisis estadístico se realizaron pruebas de análisis de varianzas (ANAVA) para cada tipo de estrés, cada tipo de portainjerto y la interacción de ambos, con la previa verificación de supuestos; en los casos en los que no se cumplieron los supuestos, se realizó transformación de datos (logaritmo natural y logaritmo 10) en las variables número de hojas y diámetro de tallo respectivamente, y pruebas no paramétricas de Friedman (peso seco aéreo y peso seco radicular) y Kruskal Wallis (peso seco total).

Para las variables en donde se encontraron diferencias es-

tadísticamente significativas, se realizaron pruebas de comparación (entre tratamientos) múltiple de Tukey y DGC al 95 % de confianza. Pruebas adicionales de Pearson también fueron utilizadas para medir el nivel de correlación entre las variables. Todos los análisis se realizaron mediante el programa Infostat.

RESULTADOS

En las derivadas de la variable altura (Δ de altura, TCA de altura, TCR de altura) no se encontró interacción entre factores, pero al analizar la influencia de manera independiente sobre dichas variables, se encontraron resultados significativos. Referente al Δ de altura, la Tabla 1 exhibe que déficit hídrico tuvo la media significativamente inferior (5,27 cm) a los demás tipos de estrés; de los tipos de portainjerto, fue limón mandarina el que tuvo la media superior (10,93 cm) y fue significativamente mayor a naranjo agrio, que tuvo la inferior (7,65 cm).

En la TCA de altura, déficit hídrico presentó la media significativamente inferior (0,06 cm día⁻¹), mientras que en portainjertos limón mandarina tuvo una media significativamente mayor (0,12 cm día⁻¹) a la de naranjo agrio (0,09 cm día⁻¹) (Tabla 1). La TCR respondió solamente al tipo de estrés, siendo déficit hídrico el tratamiento que mostró la media significativamente menor (0,0016 cm cm día⁻¹) a los demás tipos de estrés (Tabla 1).

En las derivadas de la variable número de hojas (Δ de hojas, TCA de número de hojas y TCR de número de hojas), no se encontró interacción entre los factores, pero al analizar la influencia de manera independiente, se encontraron resultados significativos.

El de hojas respondió al tipo de estrés y tipo de portainjerto; condiciones óptimas tuvo la media superior (56,33 hojas) en relación a los tipos de estrés; concerniente a los portainjertos, limón mandarina y naranjo agrio exhibieron las medias significativamente superiores (57,05 y 45,40 hojas en promedio, respectivamente) a mandarina cleopatra (Tabla 2).

Referente a TCA de número de hojas, en la Tabla 2 se aprecia que déficit hídrico presentó la media inferior (0,35 hojas día⁻¹) y manifiesta diferencia estadísticamente significativa a condiciones óptimas, que presenta la más alta (0,63 hojas día⁻¹). El tipo de portainjerto que tuvo la media significativamente mayor fue limón mandarina con 0,28 hojas por día, mostrando diferencia estadísticamente significativa con limón mandarina que tuvo la media superior (0,63 hojas día⁻¹). La TCR de número de hojas respondió solamente al tipo de estrés, siendo déficit hídrico el tratamiento que mostró la media significativamente menor (0,028 hojas hojas día⁻¹) a los demás tipos de estrés (Tabla 2).

Para las derivadas de la variable diámetro de tallo (incremento diámetro de tallo, TCA diámetro de tallo y TCR diámetro de tallo) no se encontraron interacciones entre los factores tipo de estrés y tipo de portainjerto, ni de manera

independiente (Tabla 3).

Hubo interacción de la densidad estomática final con los tratamientos, es así que salino + naranjo agrio, exceso hídrico + mandarina cleopatra, condiciones óptimas + naranjo agrio, déficit hídrico + mandarina cleopatra y exceso hídrico + naranjo agrio (664,51, 648,50, 630,05, 623,96 y 583,90 estomas mm⁻², respectivamente) fueron significativamente menores al resto de tratamientos con un error estándar para todas las medias de $\pm 60,45$ (Figura 1).

- T1= Salino + Mandarino cleopatra
- T2= Salino + Limón mandarina
- T3= Salino + Naranjo agrio
- T4= Déficit hídrico + Mandarino cleopatra
- T5= Déficit hídrico + Limón mandarina
- T6= Déficit hídrico + Naranjo agrio
- T7= Exceso hídrico + Mandarino cleopatra
- T8= Exceso hídrico + Limón mandarina
- T9= Exceso hídrico + Naranjo agrio
- T10= Condiciones óptimas + Mandarino cleopatra
- T11= Condiciones óptimas + Limón mandarina
- T12= Condiciones óptimas + Naranjo agrio

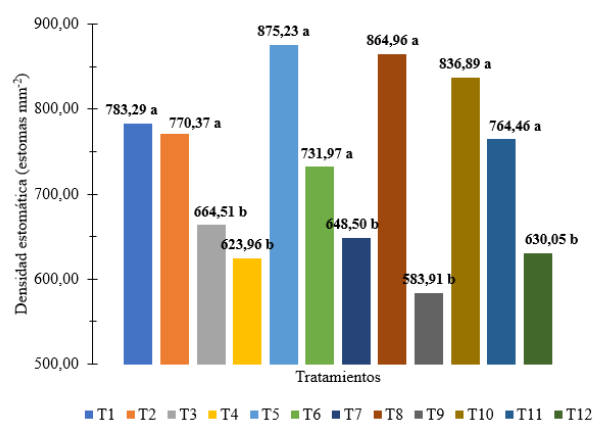


Fig. 1: Densidad estomática en función del tipo de tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas, DGC (Alfa<0,05). El error estándar de todas las medias de esta variables es $\pm 60,45$.

Existió relación de la interacción de los factores (tratamientos) y la variable volumen de copa, es así que condiciones óptimas + limón mandarina y salino + limón mandarina tuvieron las medias significativamente mayores (65526,25 y 53001,50 cm³, respectivamente) que el resto de tratamientos con un error estándar para todas las medias de $\pm 4996,70$ (Figura 2).

Existió relación de la interacción de los factores y la variable peso seco aéreo, los tratamientos de exceso hídrico + limón mandarina y condiciones óptimas + limón mandarina presentaron los valores significativamente mayores (17,85 y 19,85 g, respectivamente), mostrando diferencias estadísticamente significativas con déficit hídrico + limón mandarina que presentó la media inferior (9,55 g) (Tabla 4).

Existió interacción de factores con la variable peso

Tabla 1: Incremento de altura, TCA de altura, TCR de altura en función del tipo de estrés y tipo de portainjerto. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas, Tukey ($p < 0,05$); **letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas, DGC ($\text{Alfa} < 0,05$); ns: no significativo; números precedidos del símbolo \pm indican el error estándar.

Tipo de estrés	Altura inicial (cm)	Δ altura (cm)*	TCA altura (cm día ⁻¹)*	TCR altura (cm día ⁻¹)**
Condiciones óptimas	44,17	09,97 ($\pm 1,11$) a	0,11 ($\pm 0,01$) a	0,0026 ($\pm 0,0004$) a
Exceso hídrico	40,73	10,03 ($\pm 1,11$) a	0,11 ($\pm 0,01$) a	0,0031 ($\pm 0,0004$) a
Salino	39,57	09,87 ($\pm 1,11$) a	0,11 ($\pm 0,01$) a	0,0033 ($\pm 0,0004$) a
Déficit hídrico	38,63	05,27 ($\pm 1,11$) b	0,06 ($\pm 0,01$) b	0,0016 ($\pm 0,0004$) b
Tipo de portainjerto				
Limón mandarina	47,83	10,93 ($\pm 0,96$) a	0,12 ($\pm 0,01$) a	0,0027 ($\pm 0,0003$) ns
Naranja agrio	43,50	07,65 ($\pm 0,96$) b	0,09 ($\pm 0,01$) b	0,0020 ($\pm 0,0004$) ns
Mandarino cleopatra	31,00	07,78 ($\pm 0,96$) ab	0,09 ($\pm 0,01$) ab	0,0033 ($\pm 0,0004$) ns

Tabla 2: Incremento del número de hojas, TCA número de hojas, TCR número de hojas, en función del tipo de estrés y tipo de portainjerto. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas, Tukey ($p < 0,05$); ns: no significativo; números precedidos del símbolo \pm indican el error estándar.

Tipo de estrés	Número de hojas inicial	Δ número de hojas*	TCA número de hojas (hojas día ⁻¹)*	TCR número de hojas (hojas hojas día ⁻¹)*
Condiciones óptimas	14,13	56,33 ($\pm 5,62$) a	0,63 (0,06) a	0,044 ($\pm 0,01$) a
Exceso hídrico	16,33	35,60 ($\pm 5,62$) ab	0,40 ($\pm 0,06$) ab	0,030 ($\pm 0,01$) ab
Salino	19,07	47,33 ($\pm 5,62$) ab	0,53 ($\pm 0,06$) ab	0,030 ($\pm 0,01$) ab
Déficit hídrico	16,47	31,07 ($\pm 5,62$) b	0,35 ($\pm 0,06$) b	0,028 ($\pm 0,01$) b
Tipo de portainjerto				
Limón mandarina	20,40	57,05 ($\pm 4,87$) a	0,63 ($\pm 0,05$) a	0,03 ($\pm 0,005$) ns
Naranja agrio	20,55	45,40 ($\pm 4,87$) ab	0,50 ($\pm 0,05$) ab	0,03 ($\pm 0,005$) ns
Mandarino cleopatra	8,55	25,30 ($\pm 4,87$) b	0,28 ($\pm 0,05$) b	0,04 ($\pm 0,005$) ns

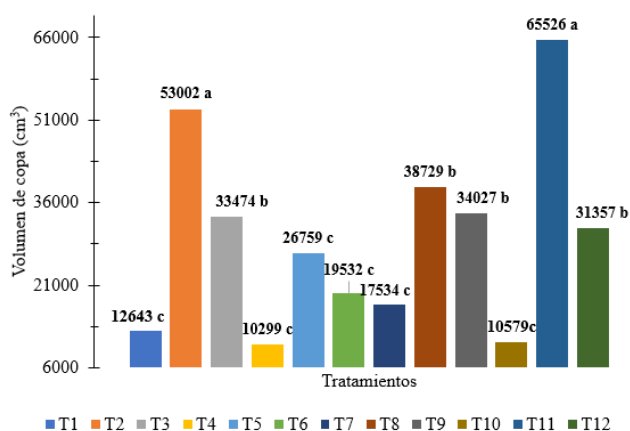


Fig. 2: Volumen de copa en función del tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas, DGC ($\text{Alfa} < 0,05$). El error estándar de todas las medias de esta variable es $\pm 4996,70$.

seco radicular: el tratamiento de exceso hídrico + limón mandarina presentó la media superior (15,80 g) y fue significativamente mayor a los tratamientos de salino + mandarina cleopatra, salino + limón mandarina, déficit hídrico + limón mandarina, condiciones óptimas + mandarina cleopatra y déficit hídrico + mandarina cleopatra cuyas medias fueron las inferiores (6,85, 7,30, 5,60, 4,25 y 4,05 g, respectivamente) (Tabla 5).

Existió relación entre la interacción de factores con la variable peso seco total, se observó que el tratamiento de condiciones óptimas + naranja agrio presentó la media significativamente superior (42,40 g) y mostró diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos déficit

hídrico + limón mandarina, déficit hídrico + mandarina cleopatra, salino + naranja agrio, salino + limón mandarina cuyas medias fueron las significativamente inferiores (15,15, 11,85, 23,80, 22,95 y 18,10 g, respectivamente) (Tabla 6).

La Tabla 7 muestra las correlaciones positivas y negativas de las variables evaluadas: altura-diámetro de tallo, altura-volumen de copa, peso seco aéreo-peso seco radicular, peso seco aéreo-peso seco total y peso seco radicular-peso seco total.

DISCUSIÓN

La situación de condiciones óptimas presentó los valores significativamente superiores en las variables TCA de altura, número de hojas, TCA número de hojas y TCR número de hojas. Según Ferreyra y Selles (2011), los niveles adecuados de humedad en el suelo satisfacen las necesidades de transpiración de la planta, no provocan déficit o exceso hídrico y no afectan su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, las plantas bajo estrés hídrico por exceso exhibieron uno de los valores significativamente mayores en las variables incremento de altura y TCA de altura.

Esto puede deberse a que particularmente los cítricos responden al exceso de agua disminuyendo la conductancia estomática y el intercambio gaseoso, con respuestas a la disminución del contenido de nitrógeno de las raíces y las hojas (Martínez-Alcántara *et al.*, 2015), generándose así una alteración de nitrógeno-carbono y la partición de los mismo dentro de la planta, ya que la partición desigual de elementos dentro de la planta no permite generar nuevos

Tabla 3: Diámetro de tallo, incremento de diámetro de tallo, TCA de diámetro de tallo, TCR de diámetro de tallo, en función del tipo de estrés y tipo de portainjerto. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas, Tukey ($p < 0,05$); ns: no significativo; números precedidos del símbolo \pm indican el error estándar.

Tipo de estrés	Diámetro de tallo inicial (cm)	Δ diámetro de tallo*	TCA diámetro de tallo (mm día^{-1})*	TCR diámetro de tallo (mm mm día^{-1})*
Condiciones óptimas	6,60	0,97 ($\pm 0,18$) ns	0,011 ($\pm 0,002$) ns	0,0017 ($\pm 0,0003$) ns
Exceso hídrico	6,13	1,23 ($\pm 0,18$) ns	0,014 ($\pm 0,002$) ns	0,0023 ($\pm 0,0003$) ns
Salino	5,80	1,27 ($\pm 0,18$) ns	0,014 ($\pm 0,002$) ns	0,0026 ($\pm 0,0003$) ns
Déficit hídrico	6,60	0,73 ($\pm 0,18$) ns	0,008 ($\pm 0,002$) ns	0,0014 ($\pm 0,0003$) ns
Tipo de portainjerto				
Limón mandarina	7,20	1,23 ($\pm 0,16$) ns	0,014 ($\pm 0,001$) ns	0,0020 ($\pm 0,0003$) ns
Naranja agrio	6,80	0,98 ($\pm 0,16$) ns	0,011 ($\pm 0,001$) ns	0,0017 ($\pm 0,0003$) ns
Mandarina cleopatra	4,85	0,95 ($\pm 0,16$) ns	0,011 ($\pm 0,001$) ns	0,0023 ($\pm 0,0003$) ns

Tabla 4: Resultados de la prueba no paramétrica de Friedman de la variable peso seco aéreo en función de los tratamientos. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tipo de estrés	Tipo de portainjerto	Peso seco aéreo (g)
Exceso hídrico	Limón mandarina	17,85 a
Condiciones óptimas	Limón mandarina	19,85 a
Salino	Mandarina cleopatra	11,25 ab
Condiciones óptimas	Naranja agrio	27,50 ab
Déficit hídrico	Mandarina cleopatra	07,80 ab
Déficit hídrico	Naranja agrio	10,60 ab
Exceso hídrico	Naranja agrio	16,00 ab
Salino	Naranja agrio	15,60 ab
Salino	Limón mandarina	15,65 ab
Exceso hídrico	Mandarina cleopatra	10,35 ab
Condiciones óptimas	Mandarina cleopatra	07,95 ab
Déficit hídrico	Limón mandarina	09,55 b

brotos que den lugar a ramificaciones. De igual manera sucede con el contenido de nitrógeno-carbono que afecta a la generación de las hojas y el aumento de diámetro en el tallo (Rodríguez-Gamir *et al.*, 2011), las variables cuyos datos fueron significativamente mayores en este tipo de estrés, lo cual muestra que a pesar de que las condiciones de exceso de agua limitan algunas funciones en plantas, no las detiene o retrasa en su totalidad, sino que la planta realiza cambios bioquímicos y anatómicos para afrontar la condición adversa que atraviesa.

Las plantas sometidas a déficit hídrico presentaron los valores inferiores en las variables Δ de altura, TCA de altura, TCR de altura, número de hojas, TCA de número de hojas, TCR de número de hojas. Esto se da porque las funciones vitales de la planta, tales como desarrollo vegetal, reproducción, etc, están influenciadas principalmente por la disponibilidad de agua. En investigaciones realizadas sobre lima “Rangpur” y citrúmelo “Swingle” se encontró que el riego deficiente redujo el potencial hídrico foliar y causó limitación en la difusión de la fotosíntesis de ambos patrones (Ortuño *et al.*, 2004; ?; Rodríguez, 2012; Pedroso *et al.*, 2014). Esto se ajusta a los resultados encontrados en la presente investigación, ya que, al limitar las funciones de la planta, producto de la falta de agua, esta limita o reduce su correcto desarrollo y crecimiento, exhibiendo en campo deficiencias morfológicas.

Los individuos sometidos a salinidad tuvieron los valores menores (significativamente o no) en las variables evaluadas.

La salinidad causa daños severos como quemaduras en los tejidos, abscisión foliar, intoxicación por iones Cl^- y N^+ y la muerte del individuo (Masood *et al.*, 2012). Particularmente en cítricos se ha reportado que la presencia de NaCl en la zona radicular deshidrata las membranas celulares, reduce el suministro del CO_2 debido al cierre estomático y causa toxicidad por los iones salinos Cl^- y N^+ , además de la deficiencia de K^+ (interviene en la producción de ATP) que causa aumento de respiración, lo que contribuye a disminuir el crecimiento y desarrollo y cambia la composición iónica del citoplasma y cloroplastos (Romero-Aranda *et al.*, 1998; Foyer, 2005; Masood *et al.*, 2012). En el presente estudio se pudo apreciar poco crecimiento y desarrollo general, causado por lo mencionado con anterioridad. Se recomienda para futuras investigaciones realizar el análisis físico-químico del sustrato a utilizar en los diferentes ensayos, para partir con seguridad y elevar los niveles de salinidad considerando todas las propiedades del sustrato como el contenido de elementos nutricionales.

El portainjerto limón mandarina presentó los valores significativamente mayores en las variables Δ de altura, TCA de altura, Δ número de hojas, TCA número de hojas e Δ diámetro de tallo. En investigaciones realizadas por Fochesato *et al.* (2007) sobre crecimiento vegetativo de limón mandarina, comparado con *Poncirus trifoliata* y *Citrus sinensis* en condiciones de invernadero sobre distintos tipos de sustrato, limón mandarina tuvo los valores superiores en las variables de área foliar y número de hojas, esto se debe según los autores a las características genotípicas del

Tabla 5: Resultados de la prueba no paramétrica de Friedman, de la variable peso seco radicular en función de los tratamientos. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas (p valor<0,05).

Tipo de estrés	Tipo de portainjerto	Peso seco radicular (g)
Exceso hídrico	Limón mandarina	15,80 a
Condiciones óptimas	Naranja agrio	14,90 ab
Condiciones óptimas	Limón mandarina	12,00 abc
Salino	Naranja agrio	08,20 abcdef
Déficit hídrico	Naranja agrio	07,10 abcdef
Exceso hídrico	Mandarina cleopatra	06,30 abcdef
Exceso hídrico	Naranja agrio	07,15 abcdef
Salino	Mandarina cleopatra	06,85 bcdef
Salino	Limón mandarina	07,30 cdef
Déficit hídrico	Limón mandarina	05,60 def
Condiciones óptimas	Mandarina cleopatra	04,25 ef
Déficit hídrico	Mandarina cleopatra	04,05 f

Tabla 6: Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de la variable peso total en función de los tratamientos. *Letras diferentes verticalmente indican diferencias estadísticas significativas (p valor<0,05).

Tipo de estrés	Tipo de portainjerto	Peso seco total (g)
Condiciones óptimas	Naranja agrio	42,40 a
Condiciones óptimas	Limón mandarina	32,85 ab
Condiciones óptimas	Mandarina cleopatra	12,20 abc
Exceso hídrico	Naranja agrio	23,15 abcdef
Exceso hídrico	Limón mandarina	33,65 abcdef
Exceso hídrico	Mandarina cleopatra	16,65 abcdef
Déficit hídrico	Naranja agrio	17,60 abcdef
Déficit hídrico	Limón mandarina	15,15 bcdef
Déficit hídrico	Mandarina cleopatra	11,85 cdef
Salino	Naranja agrio	23,80 def
Salino	Limón mandarina	22,95 ef
Salino	Mandarina cleopatra	18,10 f

portainjerto en cuestión.

El portainjerto naranja agrio mostró valores intermedios, ubicándose entre limón mandarina y mandarina cleopatra. Medina-Urrutia *et al.* (2008) usó el naranja agrio como portainjerto para *Citrus aurantifolia* (limón mexicano) y documentó que no es una especie vigorosa.

El portainjerto mandarina cleopatra presentó las medias más bajas en las variables TCA de altura, incremento de número de hojas, TCA número de hojas e incremento del diámetro de tallo. Según algunos autores cada especie tiene su ritmo de crecimiento, y el grupo de las mandarinas en sus estadios tempranos crecen de manera lenta y sus hojas son pequeñas comparadas con otras especies (Yahmed *et al.*, 2015). Similares resultados se pudieron observar en el presente estudio, por lo que esta especie no sería recomendable como portainjerto.

La variable densidad estomática fue influenciada por la interacción de factores, siendo los tratamientos T5 (déficit hídrico + limón mandarina) y T8 (exceso hídrico + limón mandarina) los que obtuvieron las medias superiores. A tal respecto, Cañizares *et al.* (2003) mencionan que, en cítricos, el genotipo, la posición de la hoja en la rama y la latitud donde se desarrollan las plantas afectan el tamaño del estoma y la densidad estomática. Por ejemplo, en estudios realizados sobre hojas de limón "Eureka", el

número de estomas decreció conforme aumentó la latitud (Reed y Hirano, 1931). Esto se alinea a lo encontrado en la presente investigación, donde los portainjertos se encontraron a una latitud baja (Sur 03°19', Loja, Ecuador) y el rango de número de estomas fue de 583 a 875 estomas mm⁻².

El volumen de copa fue influenciado por la interacción de factores. Según Cenicafé (2007), estas variables están en función del tipo de portainjerto y de la altura de la planta, y la correlación entre área foliar y altura determinan los valores de diámetro y volumen de copa. En este estudio se correlacionó la altura y el volumen de copa y el resultado fue una correlación positiva, esto se alinea a lo expresado por los autores del estudio mencionado.

Peso seco aéreo, peso seco radicular y peso total también mostraron interacción de factores. Según Bancon (2004), las unidades de materia seca producida están en función de las unidades de agua consumida, los factores climáticos, el material vegetal (genotipo) y la fenología. Por otra parte, Pérez-Pérez *et al.* (2010) encontraron que el cultivar "Lane late" de naranja injertado sobre el portainjerto "Carrizo", mostró una producción alta de materia seca, dada por la eficiencia del uso del agua.

En las pruebas de correlación se puede observar que las variables que se correlacionan significativamente se corresponden fuertemente entre sí, resaltando que el peso seco

Tabla 7: Resultados del análisis de correlación de Pearson entre las variables evaluadas, se muestra n Pearson y p valor. Los valores con asterisco (*) indican correlaciones positivas fuertes (n Pearson >0,70) y significativas (p <0,05). La parte superior a la diagonal indica el p valor y la parte inferior a la diagonal indica el n Pearson.

	Altura (cm)	Número de hojas	Densidad estomática (estomas mm ⁻¹)	Diámetro de tallo (mm)	Volumen de copa (cm ³)	Peso seco aéreo (g)	Peso seco radicular (g)	Peso seco total (g)
Altura (cm)	1,00	0,01	0,75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Número de hojas	0,50	1,00	0,08	0,07	0,03	<0,01	0,02	<0,01
Densidad estomática (estomas mm ⁻¹)	0,07	-0,37	1,00	0,43	0,95	0,37	0,81	0,52
Diámetro de tallo (mm)	0,71*	0,38	0,17	1,00	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Volumen de copa (cm ³)	0,82*	0,44	-0,01	0,50	1,00	<0,01	<0,01	<0,01
Peso seco aéreo (g)	0,65	0,58	-0,19	0,49	0,63	1,00	<0,01	<0,01
Peso seco radicular (g)	0,63	0,49	-0,05	0,62	0,65	0,85*	1,00	0,00
Peso seco total (g)	0,67	0,56	-0,14	0,56	0,66	0,97*	0,95*	1,00

total se deriva de peso seco aéreo y peso seco radicular, por lo cual tienen un n Pearson de 0,97 y 0,95 respectivamente. En cambio, existen correlaciones que no se corresponden, dando valores negativos de Pearson al ser analizadas, tal es el caso de densidad estomática con las otras variables, demostrando la nula relación de esta variable con el resto.

Al comparar los resultados obtenidos en otras investigaciones de carácter internacional, se concluye que los obtenidos en esta investigación no se alinean al 100% a los informados con anterioridad. Consideramos que ello puede ser producto de que los ensayos anteriores son realizados sobre especies cítricas de mayor edad, con más tiempo de aplicación de tratamientos, condiciones climáticas de campo abierto y mayor rango de recopilación de datos (incluso años) para el análisis, por lo cual se recomienda seguir esta investigación con base en los resultados obtenidos e implementar ensayos en campo abierto para contrastar de mejor manera con los resultados a nivel internacional.

Se concluye que el portainjerto limón mandarina demostró mayor tolerancia a las condiciones de estrés a las que fue sometido según sus características morfológicas, bajo invernadero y en etapa temprana de desarrollo.

La importancia de este tipo de investigaciones radica en los constantes cambios climáticos a los que están expuestos los diversos cultivos, esto permitirá estar preparados para futuras situaciones adversas en el campo agronómico.

REFERENCIAS

- Aguirre, A. (2009). El manejo de la conductividad eléctrica en fertirriego. grado de especialización en química aplicada. *Centro de Investigación en Química Aplicada*.
- Bancon, M. (2004). *Water use efficiency in plant biology* (First ed.; B. P. Ltd, Ed.).
- Cañizares, A., Sanabria, M. E., Rodríguez, D., y Perozo, Y. (2003). Características de los estomas, índice y densidad estomática de las hojas de lima tahití (*Citrus latifolia* tanaka) injertada sobre ocho patrones cítricos. *Revista UDO Agrícola*, 3(1), 59–64.
- Chabbal, M., Giménez, L., Garavello, M., Alayón, P., Rodríguez, V., y Mazza, S. (2015). Caracterización de naranjo valencia late sobre diferentes portainjertos en “entre ríos” argentina. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 94–99.
- Fochesato, M., de Souza P, D., Shafer, G., y Schmatz, H. (2007). Crecimiento vegetativo de portainjertos de cítricos que se producen en distintos sustratos comerciales. *Ciencia rural*, 37(4), 970–975.
- Foyer, G., CH. anfd Noctor. (2005). Oxidant and antioxidant signalling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell Environment*, 28(8), 71–1056.
- Martínez-Alcántara, B., Martínez-Cuenca, M. R., Quiñonez, A., Iglesias, D. J., Primo-Millo, E., y Former-Giner, M. A. (2015). Comparative expression of candidate genes involved in sodium transport and compartmentation in citrus. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 52–62.
- Masood, S., Saleh, L., Witzel, K., Plieth, C., y Mühlhling, K. H. (2012). Determination of oxidative stress in wheat leaves as influenced by boron toxicity and nacl stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 56, 56–61.
- Medina-Urrutia, V., Robles-González, M., y Velázquez-Monreal, J. (2008). Comportamiento de dos cultivares de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (christm) swingle] en portainjertos desarrollados en suelos con dos profundidades. *Revista Chapingo-Serie Horticultura*, 15(1), 49–55.
- Montoliu, V. (2010). *Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico-aspectos comunes y específicos. tesis doctoral de ingeniera agrónoma*. (Tesis Doctoral no publicada). Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural.
- Ortuño, M. F., Alarcón, J. J., Nicolás, E., y Torrecilla, A. (2004). Interpreting trunk diameter changes in young lemon trees under deficit irrigation. *Plant Science*, 167, 275–280.
- Pedroso, F. K. J. V., Prudente, D. A., Bueno, A. C. R., Machado, E. C., y Ribeiro, R. V. (2014). Drought tolerance in citrus trees is enhanced by rootstock-dependent chan-

- ges in root growth and carbohydrate availability. *Environmental and Experimental Botany*, 101, 26–35.
- Pérez-Pérez, J., García, J. M., Robles, P., y Botía, P. (2010). Economic analysis of navel orange cv. 'lane late' grown on two different drought-tolerant rootstocks under deficit irrigation in south-eastern Spain. *Agricultural Water Management*, 97, 157–164.
- Reed, H., y Hirano, H. (1931). The density of stomata in citrus leaves. *Journal of Agricultural Research*, 43, 209–222.
- Rodríguez, J. (2012). *Conductancia hidráulica en patrones de cítricos. tesis doctoral de ingeniero agrónomo.* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Politécnica de Valencia.
- Rodríguez-Gamir, J., Ancillo, G., González-Mas, M. C., Primo-Millo, E., Iglesias, D. J., y Forner-Giner, M. A. (2011). Root signalling and modulation of stomatal closure in flooded citrus seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(6), 636–645.
- Romero-Aranda, R., Moya, J. L., Tadeo, F. R., Legaz, F., Primo-Millo, E., y Talon, M. (1998). Physiological and anatomical disturbances induced by chloride salts in sensitive and tolerant citrus: beneficial and detrimental effects of cations. *Plant, Cell Environment*, 21(12), 53–1243.
- Sandor, F. (2008). *Soil testing* (First ed.; A. Jalalabad, Ed.). Roots of Pace-USAID.
- Tomassino, E. (2018). *Utilización del estrés oxidativo y la defensa antioxidante para la caracterización e identificación temprana de genotipos de cenchrus ciliaris l. tolerantes al estrés abiótico* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Nacional de Córdoba.
- Yahmed, J., de Oliveira T, M., Novillo, P., Quinonez, A., Foenner, M. A., Salvador, A., ... Morillon, R. (2015). A simple, fast and inexpensive method to assess salt stress tolerance of aerial plant part: Investigations in the mandarin group. *Journal of Plant Physiology*, 190, 36–43.
- Yances, S. (2018). *Importancia de la producción de naranja en caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón.* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad San Francisco de Quito.

Protocolo de desinfección para establecimiento *in vitro* de meristema apical de banano *Musa* spp.

*Disinfection protocol for in vitro establishment of banana apical meristema *Musa* spp.*

Yerutí Mongelós Franco^{1,*}, Carlos Mussi Cataldi¹, Nabila Duarte Ovejero² y Maura Díaz Lezcano⁴

¹ Laboratorio de Biotecnología, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

² Maestría en Fitosanidad, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

³ Laboratorio de Biología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

* Autor para correspondencia: yeruti91@gmail.com

Fecha de recepción del manuscrito: 30/07/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—La propagación *in vitro* de banano (*Musa* spp.) constituye una alternativa rentable y segura para la producción de mudas libres de patógenos. Uno de los principales problemas del establecimiento *in vitro* de este cultivo es la alta carga de contaminantes que acompaña a los explantes. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar dos concentraciones de hipoclorito de sodio (NaClO) para la desinfección de meristemas de *Musa* spp. Las concentraciones utilizadas fueron de 5% y 10%, con un tiempo de inmersión de 5 minutos, y fueron evaluados los porcentajes de sobrevivencia, contaminación y oxidación. Se registró un 100% de sobrevivencia de explantes y 0% de contaminación en el tratamiento con NaClO al 10% durante 5 minutos, en contraste con un 62,5% de explantes viables y un 37,5% de contaminación con hongos y bacterias en el tratamiento con NaClO al 5%. El porcentaje de oxidación de explantes fue de 100% en ambos tratamientos. El tratamiento con NaClO al 10% durante 5 minutos fue el más efectivo para la desinfección y establecimiento *in vitro* de meristema apical de *Musa* spp.

Palabras clave—Banana; Micropropagación; Contaminación; Oxidación.

Abstract—*In vitro* propagation of banana (*Musa* spp.) is a profitable and safe alternative for the production of pathogen-free seedlings. One of the main problems in the *in vitro* establishment of this culture is the high load of contaminants that accompanies the explants. Therefore, the objective of this study was to evaluate two concentrations of sodium hypochlorite (NaClO) for the disinfection of meristems of *Musa* spp. The concentrations used were 5% and 10%, with an immersion time of 5 minutes, and the percentages of survival, contamination and oxidation were evaluated. A 100% survival of explants and 0% contamination were recorded in the treatment with 10% NaClO for 5 minutes, in contrast to 62.5% of viable explants and 37.5% contamination with fungi and bacteria in treatment with 5% NaClO. The percentage of oxidation of explants was 100% in both treatments. Treatment with 10% NaClO for 5 minutes was the most effective for disinfection and *in vitro* establishment of the apical meristem of *Musa* spp.

Keywords—Banana; Micropropagation; Contamination; Oxidation.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa* spp.) tiene gran relevancia económica y social en Paraguay, ya que constituye una fuente importante de ingresos para pequeños productores, así como también para medianos productores asociados en cooperativas productivas, principalmente en los departamentos de Caaguazú y San Pedro, zonas productoras de banano por excelencia en el país (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008). El consumo de banano está difundido en todo el mundo, por lo cual cuenta con un mercado nacional e internacional importante.

Sin embargo, a pesar del enorme potencial productivo, el cultivo presenta diversas limitantes, especialmente en lo que concierne a la propagación. Las variedades comerciales de banano no producen semillas, por lo cual la propagación se realiza con material vegetativo extraído directamente del campo, principalmente por cormos. Sin embargo, esta actividad conlleva diferentes problemas fitosanitarios ya que generalmente poseen una alta carga de contaminantes, y constituyen un medio de diseminación de patógenos, lo cual no garantiza la productividad y sanidad de las plantaciones. Además, debido al escaso número de variedades locales y su reproducción asexual, el banano tiene una reducida reserva genética que lo hace vulnerable a plagas y enfermedades.

Los cultivares son susceptibles a enfermedades como la Sigatoka negra (*Mycosphaella fijiensis*), la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), y el Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp cubense*) que ocasionan pérdidas en la producción de frutas y afecta la disponibilidad de material vegetal de propagación sano en campo (Ancasi *et al.*, 2016). Otro de los problemas que se presentan con esta actividad es la lentitud de la propagación y la baja tasa de multiplicación obtenida en el campo (Díaz Lezcano *et al.*, 2016).

Frente a estos problemas, la propagación *in vitro* constituye una de las alternativas para la obtención de plantas sanas libres de patógenos (Sandoval *et al.*, 1991). El cultivo *in vitro* de meristema apical permite la producción en masa de mudas de banano totalmente uniformes y de alta calidad sanitaria, libres de patógenos, incluso en espacios reducidos (Castro *et al.*, 2002). Por todos los beneficios que ofrece esta técnica, es fundamental establecer un protocolo eficiente de desinfección de los explantes que permita la implementación óptima de esta técnica.

Actualmente se han desarrollado con gran éxito diferentes técnicas y metodologías para la micropropagación *in vitro* de musáceas, que permiten la obtención masiva de plántulas útiles en el establecimiento de cultivos comerciales (Pérez *et al.*, 2011). La multiplicación *in vitro* acompañada de una buena selección en el campo del material parental, permite disponer de plantas con excelentes condiciones agronómicas y fitosanitarias para conservar la especie y disponer de germoplasma (Medina *et al.*, 2015).

La propagación *in vitro* de *Musa spp.* generalmente se realiza por meristemos apicales extraídos de los cormos, debido a que estos meristemos tienen un crecimiento longitudinal y también por su totipotencia. Los meristemos se establecen en un medio de cultivo adecuado donde puede crecer una nueva planta (Ortega *et al.*, 2010). La desinfección de los explantes es fundamental para esta técnica, y la concentración del desinfectante puede ser determinante para su éxito (Díaz Lezcano *et al.*, 2016).

Por todo lo expuesto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la efectividad de dos concentraciones de hipoclorito de sodio en la desinfección de meristemas apicales para el establecimiento *in vitro* de banano *Musa spp.*, bajo la premisa de que, a mayor concentración de hipoclorito de sodio, mayor efectividad en el control de la contaminación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue desarrollado en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay. El periodo de ejecución estuvo comprendido entre los meses de abril y mayo de 2018.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 2 tratamientos y 8 repeticiones, totalizando 16 unidades experimentales, cada una de las cuales estuvo constituida por un tubo de ensayo con un explante. Los tratamientos

aplicados estuvieron comprendidos por diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio en la desinfección de los explantes, los cuales se detallan en la Tabla 1. El número reducido del número de muestras se dio en función de la escasez en la disponibilidad de plantas madres sanas.

Tabla 1: Tratamientos aplicados en la desinfección de meristema apical de *Musa sp.* para establecimiento *in vitro*. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2018.

Tratamiento	Concentración NaClO	Tiempo de exposición
1	5%	5 min.
2	10%	5 min.

Para la siembra *in vitro*, se utilizaron 16 ápices provenientes de hijuelos de *Musa sp.* de 0,8 a 1 m de altura, colectados del Campo Experimental de la FCA – UNA.

Los hijuelos fueron extraídos del suelo con una pala y en el campo se procedió a eliminar la parte aérea. Posteriormente, las hojas del pseudotallo fueron eliminadas hasta observar los tejidos blancos del cormo. Los tejidos blancos también fueron removidos hasta obtener un pequeño cono con meristema de 4 a 6 cm de longitud, los cuales constituyeron el material de siembra.

Los mismos fueron desinfectados mediante una inmersión en etanol al 70% durante 30 segundos, luego en NaClO en las diferentes concentraciones según los tratamientos durante 5 minutos, seguido de un triple enjuague con agua destilada estéril. El material desinfectado fue sembrado en medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementado con carbón activado (3 g.L⁻¹), y fue incubado en oscuridad durante 7 días (Fig. 1).

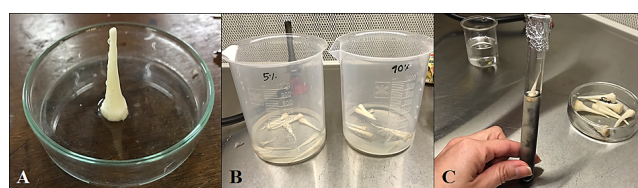


Fig. 1: Procedimiento para establecimiento *in vitro* de *Musa sp.* A) Meristema apical. B) Aplicación de los tratamientos. C) Siembra en medio MS con carbón activado. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2018.

La identificación del agente causal se basó en la identificación visual del crecimiento micelial de los hongos o la apariencia lechosa de color blanquecino o amarillo, característico de las bacterias, pudiéndose manifestar ambos patógenos: dentro del medio de cultivo, alrededor del explante en contacto con el medio de cultivo o saliendo del meristemo del explante.

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de sobrevivencia, contaminación y oxidación. Se aplicó la prueba de T Student a un nivel de confianza del 95% para verificar si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

RESULTADOS

Se evaluaron dos concentraciones de hipoclorito de sodio para determinar la eficiencia en la desinfección de ápices de *Musa* sp. con la finalidad de realizar el establecimiento *in vitro*. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Supervivencia, contaminación y oxidación de ápices de *Musa* sp. desinfectados con diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2018.

NaClO (%)	Sobrevivencia (%)	Contaminación (%)	Oxidación (%)
5	62,5	37,5	100
10	100	0	100

El menor porcentaje de supervivencia se registró en el tratamiento con hipoclorito de sodio al 5%, en donde se constató un 62,5% de explantes viables. Por otro lado, para este tratamiento se registró un 37,5% de contaminación con hongos y bacterias. El tratamiento con hipoclorito de sodio al 10% presentó un 100% de supervivencia y 0% de explantes contaminados, por lo cual resultó ser el tratamiento más efectivo en el control de la contaminación para el establecimiento *in vitro* de meristema apical de banano, registrándose diferencias significativas mediante la aplicación de la prueba de T Student a un nivel de confianza del 95%.

En cuanto a la contaminación del medio de cultivo (Fig. 2), se presentó cerca de 38% de explantes contaminados en el tratamiento con la concentración de 5% de NaClO y para la mayor concentración no se presentó contaminación alguna, siendo esta más efectiva en la desinfección del material. En cuanto a los agentes contaminantes, se puede constatar que el 25% estuvo constituido por bacterias, mientras que un 12,5% de explantes estuvieron contaminados con hongos.

En relación al porcentaje de oxidación, se observó que, para ambos tratamientos, el 100% de los meristemas apicales sembrados presentaron oxidación en diferentes niveles (Figura 2).

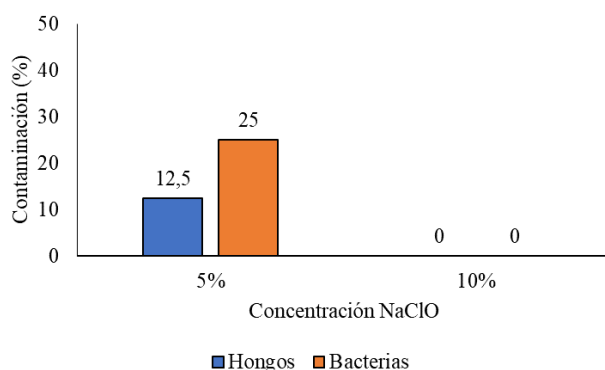


Fig. 2: Contaminación con hongos y bacterias en explantes de *Musa* sp. tratados con diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2018..

DISCUSIÓN

Abdelwahd *et al.* (2008) evaluaron diferentes protocolos de desinfección para el establecimiento *in vitro* de meristema apical de *Musa* sp., y constataron que la probabilidad de contaminación por hongos y bacterias es 8,65 veces mayor cuando se utiliza hipoclorito de sodio al 5%, en contraste con la utilización de hipoclorito de sodio al 10%. Los resultados obtenidos en la presente investigación también demostraron que la aplicación de NaClO al 10% es más efectiva para controlar la contaminación, en contraste con la utilización de NaClO al 5%.

Al respecto, Medina *et al.* (2015) registraron un bajo porcentaje de contaminación en explantes tratados con hipoclorito de sodio al 3%, sin embargo, el tiempo de exposición fue de 20 minutos. Por otro lado, en un estudio sobre el efecto del carbón activado y las condiciones de oscuridad para la propagación *in vitro* de *Musa* sp., Díaz Lezcano *et al.* (2016) registraron un 39,09% de ápices contaminados en la fase de establecimiento, con un tratamiento con hipoclorito de sodio al 5%, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

Por su parte, Pereira *et al.* (2003) mencionan que la contaminación fúngica en el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales procede principalmente del ambiente, mientras que las bacterias generalmente acompañan al explante y son un indicador de una desinfección deficiente. Así mismo, estos autores afirman que la contaminación bacteriana es más perjudicial, ya que no se detecta de forma temprana y los agentes contaminantes pueden ser transferidos durante los subcultivos. En la presente investigación se registró un 25% y 12,5% de contaminación con bacterias y hongos, respectivamente, en el tratamiento con 5% de NaClO, lo cual indica una desinfección insuficiente de los explantes.

Sin embargo, la aplicación de NaClO al 10% resultó efectiva para controlar estos agentes contaminantes. Sánchez y Salaverría (2004) también observaron que a medida que se incrementa la concentración de cloro y el tiempo de inmersión, la contaminación de los explantes disminuye.

En cuanto a la oxidación, el 100% de los explantes tratados con 5% y 10% de NaClO presentó oxidación. Ramírez *et al.* (2008), la oxidación puede estar asociada con compuestos fenólicos, responsables del ennegrecimiento, causado por enzimas oxidoreductasas que se liberan durante el proceso de obtención de los explantes por corte del tejido, lo cual es muy característico en banano, y por esta razón se utiliza carbón activado en el medio de cultivo, para adsorber los compuestos fenólicos, aunque en la presente investigación no evitó la oxidación, por lo que queda abierta la posibilidad de aumentar su concentración para obtener mejores resultados.

Existe también la posibilidad de utilizar agentes antioxidantes o la combinación de estos con carbón activado para aumentar el porcentaje de supervivencia de los explantes. Abdelwahd *et al.* (2008) observaron que la suplementación con ácido ascórbico a una concentración de 1 mg.L-1 en

combinación con 10 g.L-1 de carbón activado en el medio de cultivo redujo significativamente la oxidación y mejoró la regeneración *in vitro* de brotes de habas Vicia faba L.

Los autores anteriormente citados también sugieren la utilización de nitrato de plata o cisteína como agentes antioxidantes. Sánchez y Salaverría (2004) eliminaron completamente la oxidación en explantes de fresa *Fragaria x ananassa* al adicionar 4 g.L-1 de cisteína al medio de cultivo, en presencia de luz, lo cual podría funcionar para la propagación *in vitro* de meristema apical de banano.

En relación a la sobrevivencia, Ubilla N (2016) obtuvo resultados similares a los obtenidos en este estudio al registrar un 62% a 64% de meristemas apicales de *Musa sp.* establecidos *in vitro*, cuando sometió estos explantes a una desinfección con hipoclorito de sodio al 5% durante 10 minutos. A medida que se incrementa la concentración de cloro para la desinfección, la sobrevivencia de explantes se ve reducida hasta un 50% en algunos casos (Sánchez y Salaverría, 2004).

CONCLUSIÓN

En las condiciones en las cuales se llevó a cabo este estudio, se concluye que el tratamiento de desinfección más efectivo para el establecimiento *in vitro* de meristema apical de *Musa sp.* es con hipoclorito de sodio al 10%.

REFERENCIAS

- Abdelwahd, R., Hakam, N., Labhilili, M., y Udupa, S. M. (2008). Use of an adsorbent and antioxidants to reduce the effects of leached phenolics in *in vitro* plantlet regeneration of faba vean. *African Journal of Biotechnology*, 7(8), 997–1002.
- Ancasi, R., Montero, J., Ferreira, N., y Muñoz, I. (2016). Determinación un mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento para la propagación *in vitro* de plátano (*musa paradisiaca* L). *Journal of the Selva Andina Research Society.*, 7(2), 104–111.
- Castro, D., Días, J., y Montoya, N. (2002). Propagación clonal de bananos en birreactores de inmersión temporal. En Acorbat (Ed.), *Memorias xv reunión realizada en cartagena de indias* (pp. 4–88).
- Díaz Lezcano, M. I., Flor B, B. A., Enciso G, C. R., y González S, L. R. (2016). El carbón activado y las condiciones de oscuridad en la micropropagación de banana variedad nanicião. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 28(2), 140–146.
- Medina, M. A., Medina, C. L., y Medina, L. K. (2015). Propagación *in vitro* de *musa acuminata* (simmunds) plátano bocadillo del chocó, colombia, a partir del cultivo de meristemas apicales. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 5(1), 47–53.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2008). *Censo agropecuario nacional*. Descargado de <http://www.mag.gov.py/>
- Murashige, T., y Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15, 473–497.
- Ortega, N., Korvena, S., Ruiz, O., Santos, E., y Peralta, E. (2010). Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de banano y plátano *musa acuminata* a partir de meristemas apicales y scalps. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23(1), 1–4.
- Pereira, J. E. S., Mattos, M. L., y Fortes, G. R. (2003). Identificação e controle com antibióticos de bactérias endofíticas contaminantes em explantes de batata micropropagados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(7), 827–834.
- Pérez, M., Medero, V., Torres, M., López, J., Santos, A., y Rayas, A. (2011). Nueva alternativa para la micropropagación en inmersión temporal del cultivar del plátano vianda inivitpv-2011(aab). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 98–107.
- Ramírez, M., Lindorf, H., y García, E. (2008). Cambios morfoanatómicos en los ápices y del vástago y de la raíz del banano williams (*musa sp. aaa*) bajo distintas concentraciones de n6-bencil adenina. *Journal of Agriculture Universidad de Puerto Rico*, 92(2), 53–72.
- Sandoval, J., Brenes, G., y Pérez Sánchez, L. (1991). *Micropropagación de plátano y banano (musa aab, aaa) en el catie*. (techreport n.º 186). Turrialba (Costa Rica): CATIE.
- Sánchez, M. C., y Salaverría, J. L. (2004). Control de la oxidación y la contaminación en el cultivo *in vitro* de fresa (*fragaria x ananassa duch.*). *Revista UDO Agrícola*, 4(1), 21–26.
- Ubilla N, E. L. (2016). *Propagación in vitro de banano (musa acuminata) variedades gros michel y williams a partir de meristema*. (mathesis). Escuela Agrícola Panamericana, Carrera de Ingeniería Agronómica. Zamorano, Honduras.

Presencia de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) y hongos entomopatógenos potenciales para su control biológico en sistemas agrícolas de Saraguro (Loja, Ecuador).

Occurrence of Phyllophaga spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) and entomopathogenic fungi that may be used for their biological control in farms of Saraguro (Loja, Ecuador).

Norma Morocho^{1,*}, Marina Mazón¹ y Jeamel Ruiz¹

¹ Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

* Autor para correspondencia: emorocho@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 09/12/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/31/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—En los últimos años las larvas del género *Phyllophaga* se han convertido en un serio problema en la agricultura, causando pérdidas del 10 al 100 % de la producción, por lo que los agricultores se ven en la necesidad de combatirla con productos químicos, los cuales generalmente son altamente tóxicos. Las consecuencias ecológicas del uso de insecticidas causan gran preocupación en la actualidad, ya que, aunque el objetivo de estos productos es matar insectos plaga, también pueden tener un impacto en organismos que no son su objetivo, contaminar productos alimenticios y agua para los niveles tróficos superiores o generar afecciones a la salud humana. En la naturaleza existe una gran diversidad de microorganismos, entre ellos los hongos entomopatógenos, capaces de controlar y reducir favorablemente la población larval de *Phyllophaga* spp., mitigando el daño a los cultivos y disminuyendo las pérdidas en la producción. Con base en lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar y evaluar la incidencia de larvas del género *Phyllophaga* en diversos cultivos de la comunidad La Matara (cantón Saraguro, Loja), así como buscar y caracterizar hongos entomopatógenos presentes localmente atacando larvas de *Phyllophaga*. Como resultado se encontraron larvas de la especie *Phyllophaga obsoleta* (89% de la población total colectada, distribuidas de forma general en los cultivos evaluados) y larvas del género *Cyclocephala* (únicamente en el cultivo de aguacate). Además, se determinó la presencia del hongo entomopatógeno *Metarhizium* parasitando larvas de *Phyllophaga*, el cual podría ser usado para un control biológico en la comunidad.

Palabras clave—*Phyllophaga* spp.; Hongos entomopatógenos; *Cyclocephala*; *Metarhizium*.

Abstract—In recent years the larvae of the genus *Phyllophaga* have become a serious problema in agriculture, causing losses ranging from 10 to 100% of production, so farmers need to fight it with chemicals which are usually highly toxic. The ecological consequences of the use of insecticides are currently of great concern. The objective of these products is to kill insect pests, consequently they may cause an impact on non-target organisms, may contaminate food products and water for higher trophic levels, and possibly affect human health conditions. In nature, there is a great diversity of microorganisms, including entomopathogenic fungi, capable of controlling and reducing the larval population of *Phyllophaga* spp., mitigating damage to crops, and reducing production losses. Based on that, the objective of this research was to characterize and evaluate the incidence of larvae of the genus *Phyllophaga* in several cultures within 'La Matara' community (Saraguro canton, Loja), as well as to seek and characterize entomopathogenic fungi locally attacking *Phyllophaga* larvae. As a result, larvae from *Phyllophaga obsoleta* (representing 89% of the total population collected, distributed in all the crops evaluated) and from *Cyclocephala* genus were identified (only in the avocado crop). Also, the presence of *Metarhizium* was confirmed parasiting *Phyllophaga* larvae in the agricultural soils of the community, which may be used for a biological control in La Matara.

Keywords—*Phyllophaga* spp.; entomopathogenic fungus; *Cyclocephala*; *Metarhizium*.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador hay una creciente preocupación de los agricultores por el ataque del llamado complejo

de gallinas ciegas, un grupo de larvas de la subfamilia Melolonthinae (Coleoptera) que viven en el suelo, entre los cuales destacan las larvas de *Phyllophaga* spp. Estas larvas presentan una gran capacidad de adaptabilidad, por lo

que se encuentran distribuidas en varias regiones del país y en distintos cultivos, causando serias pérdidas económicas (Quijije y Mendoza, 1995; Cueva, 2014).

Estas larvas, consideradas plagas de importancia mundial, habitan en el suelo a una profundidad de 15 a 25 cm y se alimentan de las raíces de las plantas destruyendo su sistema radicular. Específicamente en el tercer estadio larval, provocan los mayores daños a los cultivos, con pérdidas que van desde el 10 al 100 % de la producción (CATIE, 2002).

En la provincia de Loja se registra un solo estudio realizado por Tambo y González (1999), quienes investigaron las especies que causaban mayor daño a los cultivos, sin buscar alguna alternativa de control para esta plaga.

La herramienta principal que se está utilizando para el control y erradicación de esta plaga es la aplicación de insecticidas granulados al suelo (Ruiz *et al.*, 2012), convirtiéndose en un problema más que una solución. Según informes realizados por la FAO (2018), a nivel mundial cada año se rocían 4,6 millones de toneladas de plaguicidas químicos, provocando la más severa contaminación al agua, suelo y seres vivos en general, incluido el ser humano. Estudios preliminares del CATIE (2002) manifiestan que “los pesticidas utilizados para el control de *Phyllophaga* spp. se encuentran entre los más tóxicos, siendo responsables de los casos más severos de intoxicación de los campesinos”.

Debido al hábito subterráneo que *Phyllophaga* tiene durante su desarrollo larval es susceptible a la infección por microorganismos, siendo esta una alternativa para su control. Entre los microorganismos utilizados en el control biológico se encuentran los hongos entomopatógenos, que tienen la particularidad de parasitar a diferentes tipos de artrópodos y de encontrarse en los hábitats más variados. Entre estas especies de hongos ampliamente reconocidas como bioinsecticidas se encuentran *Beauveria bassiana* (Bals) y *Metarhizium anisopliae* (Metschn.), que han mostrado excelentes resultados en el control de varias plagas agrícolas, incluidos larvas y adultos del género *Phyllophaga* (Rustiguel *et al.*, 2018).

Considerando lo antes mencionado, esta investigación busca conocer las especies del género *Phyllophaga* presentes en la comunidad de La Matara (cantón Saraguro), sus preferencias alimenticias y su incidencia en los cultivos. Así mismo, se busca conocer las cepas nativas de hongos entomopatógenos que atacan a estas especies, para poder planificar una estrategia de manejo que pueda funcionar en la zona particular de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la comunidad La Matara (Fig. 1), cantón Saraguro, provincia de Loja (sur de Ecuador). Sus coordenadas son 3° 3' 38" Latitud sur y 79° 43' 41" Longitud oeste, y altitud de 2 350 m.s.n.m.

La comunidad cuenta con una extensión de 144 ha; desde

sus inicios se ha dedicado a la producción agrícola destinada al consumo familiar y comercialización. Su suelo es franco-arcilloso, cuenta con un sistema de riego que abastece a toda la comunidad y su pendiente va del 2 % al 20 %.

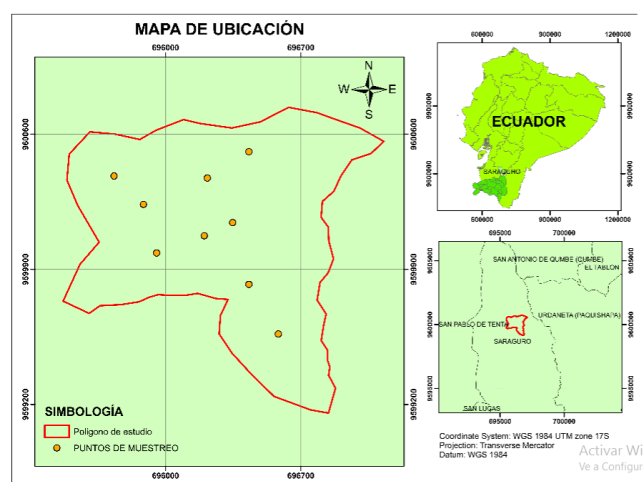


Fig. 1: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de larvas de *Phyllophaga* spp. en la comunidad La Matara, sur de Ecuador.

La selección de los sitios de estudio se realizó en función de los cultivos presentes en la localidad, sin tomar en cuenta su extensión ni topografía. Se seleccionaron nueve sembríos aleatorios (Fig. 1) con 10 repeticiones en cada uno, dando un total de 90 muestras. En cada sembrío se registraron los siguientes datos: fecha de muestreo, cultivo, ubicación geográfica, altitud sobre el nivel del mar y nombre del propietario. El muestreo de larvas se realizó una sola vez en cada punto durante el tiempo de estudio desde el mes de octubre 2019 hasta marzo 2020. En cada punto de muestreo se sacó un cubo de suelo de 30 x 30 x 30 cm, del que se separaron manualmente las larvas presentes. Las larvas recolectadas se depositaron en recipientes plásticos, con suelo húmedo propio del lugar y posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de entomología de la Universidad Nacional de Loja para su caracterización.

La identificación taxonómica de las especies del género *Phyllophaga* se realizó en el laboratorio de entomología de la Universidad Nacional de Loja, con larvas de tercer estadio; aquellas larvas que se encontraron en estadios uno y dos fueron alimentadas con trocitos de papa de ½ cm de diámetro, tres veces por semana, controlando la humedad del suelo. Una vez alcanzado el tercer estadio, se procedió a conservar las muestras en una solución de alcohol 75 % con ácido acético 80 % y glicerina. Se utilizó el estereoscopio para la observación morfológica de las larvas; la identificación se realizó con las claves taxonómicas propuestas por Ramirez-Salinas *et al.* (2000), que priorizan la forma del ráster como la principal característica para la identificación.

Para el aislamiento de hongos entomopatógenos, adicionalmente a los muestreos sistemáticos anteriormente descritos, se realizaron muestreos aleatorios en los terrenos cultivados dentro de la comunidad, los mismos que se encuentran dentro del polígono inicial de 1440000 m² de área (Fig. 1), procediendo a realizar la búsqueda de larvas

de *Phyllophaga* en diferentes estados de desarrollo que presentaran signos de estar infectados por hongos. Por cada larva colectada se procedió a llenar una ficha que contenía los siguientes datos: nombre del insecto colectado (familia, género, especie), lugar, cultivo, altitud y fecha. Las larvas colectadas se colocaron en fundas plásticas con su debida etiqueta y fueron trasladadas al laboratorio de Sanidad vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

En el laboratorio se siguió el protocolo de Cañero y Ames (2004): se remojó al insecto en hipoclorito de sodio (0,5% del producto activo) durante cinco minutos, seguidamente se enjuagó tres veces con agua destilada y se colocó en papel de filtro estéril en una caja petri esterilizada, la cual se selló con papel Parafilm y se dejó incubar a 25 °C hasta observar la germinación del hongo. Después, con ayuda de una aguja de siembra previamente desinfectada, en la cámara de flujo laminar se tocó levemente el cuerpo del insecto donde se veía crecimiento fungoso, se realizó un ligero raspado y se transfirió su contenido a una caja Petri con medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (APD). La identificación morfológica de los aislados fue desarrollada con base en las claves descritas por Humber (2012).

En la cámara de flujo laminar a partir de los aislamientos se tomaron discos con un sacabocado de 10 mm de diámetro, se sembraron en el centro de la caja que contenía 15 ml del medio APD a una temperatura de 25±1 °C y cada caja se selló con Parafilm. El tiempo de incubación y evaluación comprendió un total de 15 días. Pasado ese tiempo se caracterizaron las colonias a nivel macroscópico: se observó la forma de crecimiento de la colonia, tamaño (el cual se mide de lado a lado pasando por el centro en dos puntos de la colonia), aspecto, textura y la producción de pigmentos (coloración de ambas caras).

Se realizaron cinco repeticiones por colonia madre, todas con la misma temperatura y medio de cultivo. Para la caracterización microscópica de las estructuras del hongo se realizó la técnica del microcultivo utilizada por Valle (2015). Para ello se colocó papel filtro en el interior de cada caja de Petri de 90 mm y sobre él se pusieron dos portaobjetos colocados en cruz. Se esterilizaron y posteriormente se adicionó agar en agua al 1,5% sobre el portaobjeto de la parte superior, en el cual se sembró una porción del aislamiento, con ayuda de un asa recta.

Seguidamente, se humedeció el papel de filtro con agua destilada estéril, las placas se sellaron con Parafilm y se llevaron a incubación a 25±1 °C. Se esperó el crecimiento de dos a tres días para realizar las observaciones al microscopio con aumento de 40X para verificar su crecimiento y estructura. La toma de microfotografías de la morfología, disposición de los conidios y la medición de conidios (largo y ancho) se realizó con ayuda de la cámara digital del microscopio MC-500-W.

RESULTADOS

Caracterización de larvas de Phyllophaga spp. y otros ejemplares del complejo gallina ciega

Los individuos del género *Phyllophaga* encontrados en el estudio correspondieron a la especie *Phyllophaga obsoleta* (Fig. 2), registrados en los cultivos de ciclo corto: maíz, hortalizas, mora, fresa y papa. También se pudo identificar el género *Cyclocephala* presente en el cultivo de aguacate.

Los caracteres diagnósticos observados para la identificación de *Phyllophaga obsoleta* en la presente investigación se describen a continuación: la larva presentó una cabeza color café de 5 a 6 mm de ancho (Fig. 2B); frente con 8-13 sedas anterofrontales; anchura de la cápsula cefálica 4,1-4,8 mm; en la región del pronoto no esclerotizada se encuentra una sutura longitudinal que se prolonga por el centro del cráneo y se divide en dos partes extendiéndose hacia los lados y terminando en la base de la mandíbula; presenta dos antenas de color café de 4 mm de longitud con 4 artejos (Fig. 2A); de los bordes laterales del labium se desprenden los palpos labiales, los cuales son de 1 mm y cubiertos de vellosidades; dos mandíbulas muy fuertes de 4 mm de longitud (Fig. 2C), terminando en una coloración negra.

Presentó tres pares de patas, las primeras son de 6 mm, las segundas de 7 mm y el tercer par de 9 mm de largo, con vellosidades en toda su superficie. Su región anal presenta una hendidura en forma de Y; ráster (Fig. 2D) con palidias ligeramente recurvadas, convergentes en ambos extremos, cada palidium formado por 15-27 pali cortos; setas tegiladas encorvadas en su extremo semejándose a un bastón, extendiéndose más allá del extremo anterior de la palidia. Su cuerpo es de color blanco crema y presenta forma de 'C,' cubierto de vellosidades y presenta espiráculos en cada uno de sus segmentos, el primero más grande que el resto. En su parte terminal presenta un ensanchamiento en forma de saco de color oscuro en donde se encuentra su sistema digestivo.

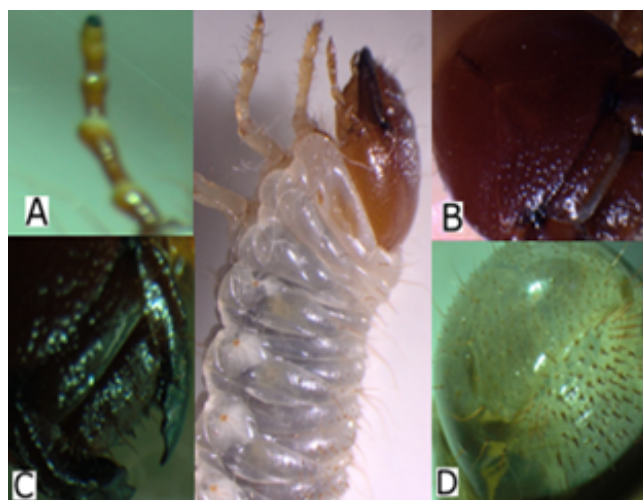


Fig. 2: Larva de tercer estadio de *Phyllophaga obsoleta*; A, antenas; B, cabeza; C, mandíbula; D, ráster.

Los datos presentados en la Tabla 1 corresponden a las larvas recolectadas en el sitio de estudio, con un total de 176.

La especie *Phyllophaga obsoleta* se encontró con el mayor porcentaje alcanzando el 89% de la población total, teniendo como preferencia los cultivos de fresa, papa, hortalizas y maíz. En bajas proporciones se pudo identificar el género *Cyclocephala*, con el 11%, encontrándose en el cultivo de aguacate.

Las larvas del tercer instar del género *Cyclocephala* se distinguen por las siguientes características: el cuerpo es color crema, más claro, blando, cilíndrico, largo y setoso; la región abdominal es gris clara a gris más oscuro casi al ápice; cabeza pardo amarillenta, reticulada y brillante, sutura epicraneal engrosada y pigmentada, la sutura frontal delgada y clara, sigmoide; epicranium con una hilera de tres setas dorsoepicraneales a cada lado de la sutura; al lado de estas hileras hay otra hilera de cinco setas craneales; siete setas paraocelares a cada lado; ocelos presentes, poco notables; frente con una seta en cada ángulo anterior y dos setas frontales anteriores; una seta frontal exterior a cada lado; dos setas largas posteriores a cada lado, cerca de la sutura frontal.

Antena con cuatro segmentos, último segmento con dos áreas sensoriales ovaladas dorsales y ventrales. Patas largas, en el tercio basal del cuerpo, uñas tarsales del primer par de patas con dos setas, una basal y otra preapical; uñas de las patas metatorácicas reducidas. Raster con teges, conformado por grupos de 34-36 setas gruesas y con ápice curvado. Labio anal superior con 31-34 sedas hamatae y setas finas. Abertura anal transversa, poco curvada.

Tabla 1: Recuento de larvas del tercer estadio del complejo gallina ciega colectadas en la comunidad La Matara, cantón Saraguro

Cultivos	<i>Phyllophaga obsoleta</i>	<i>Cyclocephala</i> sp.	Total
Fresa	31	0	31
Hortaliza	11	0	11
Papa	43	0	43
Mora	17	0	17
Maíz	55	0	55
Aguacate	0	19	19
Total	157	19	176
Frecuencia (%)	89%	11%	100%

Obtención de aislados de hongos entomopatógenos

Durante las prospecciones realizadas dentro de la comunidad La Matara, del total de aproximadamente 130 larvas del género *Phyllophaga* encontradas, solo en cuatro de ellas se registró presencia de hongo entomopatógeno. Al realizar el aislamiento, se identificó el género *Metarhizium*. Debido a que las larvas colectadas con presencia de hongos fueron tomadas del suelo, también se pudo evidenciar la presencia de hongos fitopatógenos como *Fusarium* y *Penicillium* colectados de larvas de *Phyllophaga* sp. muertas dentro de los cultivos presentes en la zona de estudio, durante el período de evaluación.

Características macroscópicas del género *Metarhizium*

El crecimiento de las colonias en las cajas de Petri fue de forma expansiva y homogénea alrededor del disco inocular. El crecimiento radial de la cepa encontrada (MN) en la zona de estudio mostró un aumento evidente a partir del día 5 después de la siembra (Tabla 2).

Tabla 2: Medición del crecimiento radial durante 15 días de la cepa MN del género *Metarhizium*, con seis repeticiones. MNr = número asignado a cada repetición de la cepa.

		Diámetro (mm)				
Cepa	Rp	1 día	2 día	3 día	4 día	
MNr	1	0	0	10	11	
	2	0	0	10	11	
	3	0	0	11	12	
	4	0	0	11	13	
	5	0	0	10	11	
	6	0	0	12	13	
Cepa	Rp	5 día	6 día	7 día	8 día	
MNr	1	13	17	17	20	
	2	16	22	29	34	
	3	16	19	30	35	
	4	18	23	35	41	
	5	11	13	20	23	
	6	16	24	30	39	
Cepa	Rp	9 día	10 día	11 día	12 día	13 día
MNr	1	20	25	25	27	29
	2	34	34	34	34	35
	3	35	35	35	35	35
	4	41	41	41	41	42
	5	23	23	25	25	27
	6	39	39	40	40	40

La colonia MNr4 fue la que presentó un mejor crecimiento con un diámetro de 42 mm (tasa de crecimiento 5 mm cada 24h) en los primeros 4 días, después se evidenció un crecimiento acelerado desde el día quinto hasta el séptimo (tasa de crecimiento 9 mm cada 24h), manteniendo los 42 mm hasta el último día de medición.

Los resultados de la caracterización morfológica (macroscópica y microscópica) de las colonias fueron comparados con las claves taxonómicas de Humber (2012). Las colonias presentaron un crecimiento lento con un promedio de 15 días para un desarrollo óptimo, eran de textura algodonosa, margen de micelio color blanco y esporulación de color verde oscuro (Fig. 3B), el reverso de la colonia era de color amarillo anaranjado y miel (Fig. 3A), presentaban pigmentación y un borde fino de color blanco alrededor de la colonia.

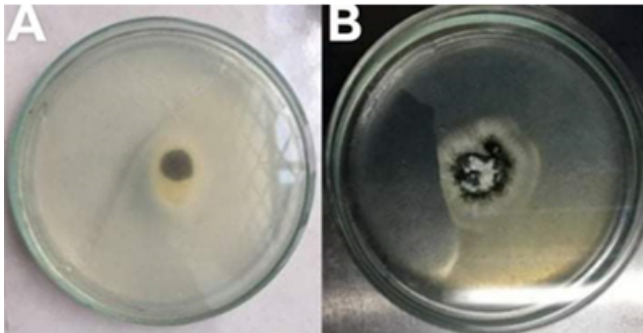


Fig. 3: Características microscópicas de la colonia de *Metarhizium* spp. en sus 15 días de maduración; A, reverso de la colonia; B, anverso de la colonia.

Morfología microscópica de *Metarhizium* spp.

Presentaron hifas septadas y ramificadas, los conidióforos crecieron a partir del micelio de forma irregular con dos a tres ramificaciones (Fig. 4). Se midieron 65 conidios, los cuales obtuvieron un tamaño de 6,2 a 8,5 μm de largo y 2,1 a 3,7 μm de ancho. Los conidios eran cilíndricos con una coloración verde pálido brillante (Fig. 5), de extremos redondeados agrupados en cadenas a menudo largas o formando pirámides.

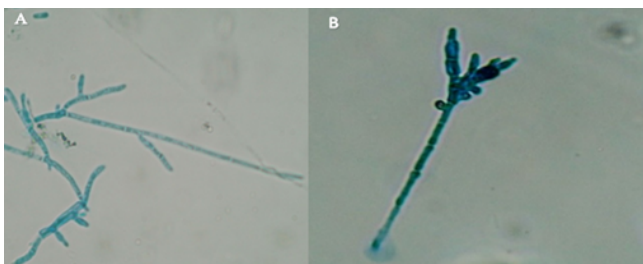


Fig. 4: Características microscópicas de las estructuras de *Metarhizium* spp.; A, Fiálides alargadas con ápice redondeado; B, conidióforo largo y tabicado con presencia de fiálides

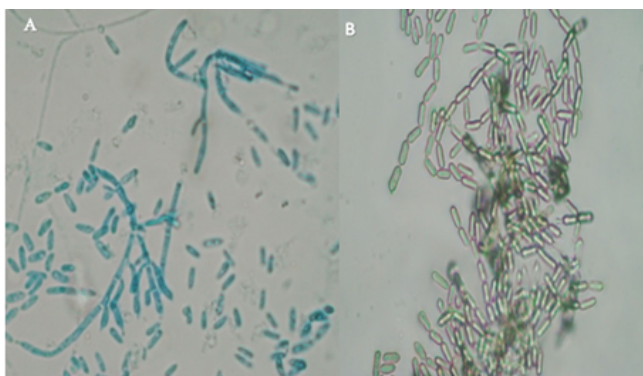


Fig. 5: Características microscópicas de las estructuras de *Metarhizium* spp.; A, conidióforos individuales ampliamente ramificados; B, conidios hialino unicelular, cilíndricos formando cadenas

DISCUSIÓN

En la presente investigación se ha detectado la presencia de *Phyllophaga obsoleta* en los cultivos de papa, mora, maíz, hortalizas y fresa de la comunidad de La Matara, una especie que ya ha sido reportada en la provincia de Loja

(Tambo y González, 1999), y ya había sido registrada como plaga de cultivos de fréjol y maíz (Cueva, 2014).

Los especímenes de *Phyllophaga obsoleta* fueron encontrados a los 2 525 m.s.n.m, una altitud que se encuentra dentro del rango determinado para el género, ya que su gran capacidad de adaptación y dispersión le permite vivir desde el nivel del mar hasta los 3 500 m de altitud (Calberto, 2004).

En el cultivo de aguacate se determinó la presencia de larvas del género *Cyclocephala*, cuya identificación no se pudo realizar hasta el nivel de especie debido a la falta de claves. En cualquier caso, este género ha sido encontrado atacando cultivos de cacao, maíz, aguacate y café (Cueva, 2014), aunque se ha visto que suele ser el género predominante particularmente en el cultivo de aguacate (Tabarda y Yepes, 2019).

El hongo que se encontró parasitando las larvas de *Phyllophaga* spp. correspondió al género *Metarhizium*, el cual presentó un crecimiento circular lento cambiando de tonalidad después del noveno o décimo día conforme iba madurando la colonia, pasando de blanco a verde oscuro, una característica típica de este género (Gallegos *et al.*, 2003; Vázquez, 2020). El tamaño de los conidióforos fue de 6,2 a 8,5 μm de largo y de 2,1 a 3,7 μm de ancho, coincidiendo con los datos expuestos por Vázquez (2020), según el cual los conidios de esta especie tienen una longitud de 4 a 10 μm y un diámetro que va de 2 a 4 μm .

La tasa de crecimiento radial diaria que se registró fue de 9 mm cada 24 h con una temperatura 25 ± 1 °C, una tasa ligeramente inferior a la registrada por Contreras y Bustillo (2019), el cual reporta un crecimiento de 10,40 mm cada 24 h. Este valor inferior de crecimiento se podría deber al cambio de temperatura sufrido por las larvas al pasarlas al laboratorio puesto que la temperatura anual promedio de la comunidad oscila entre 9 y 23 °C, en la cual el hongo ya se encuentra adaptado, mucho más variables a las condiciones de laboratorio.

La presencia del hongo entomopatógeno fue baja en comparación con otros estudios (Hernández-Velázquez *et al.*, 2011), lo cual genera una baja eficiencia en el control del complejo de gallina ciega en la zona. Sin embargo, la elevada efectividad patogénica que han mostrado cepas nativa de *M. anisopliae*, pudiendo alcanzar más del 53 % de efectividad (Torres *et al.*, 2013), indica el gran potencial que este hongo puede tener en la zona, el cual puede ser implementado para el control biológico de *Phyllophaga*, pero para corroborarlo debería de hacerse un ensayo sobre su actividad biológica. Para ello, es importante considerar al momento de la aplicación sobre el suelo que haya un adecuado nivel de materia orgánica, y se debe evitar el uso de plaguicidas químicos, para asegurar la sobrevivencia del inóculo y por ende un eficiente control de la plaga.

La información presentada en esta investigación permitirá replantear los diferentes aspectos de investigación de esta plaga de importancia económica dentro de la provincia de Loja, y de esta forma poder presentar un plan de manejo

agronómico eficiente para los agricultores. Por otra parte el uso de especies del género *Metarhizium* como entomopatógeno puede ser una alternativa muy eficiente para el control de larvas de *Phyllophaga* y otros insectos plaga, pero previo a la utilización del hongo se deben de realizar pruebas de patogenicidad que garanticen la efectividad de la cepa para después ser aplicada en campo.

REFERENCIAS

- CATIE (2002). Seminario taller centroamericano sobre la biología y control de Turrialba. Costa Rica. 35 pp.
- Cañero, V y Ames, T. (2004). Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. *Centro Internacional de la Papa* (CIP). 62 pp.
- Calberto, G. (2004). Estudio del ciclo de vida de *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) en condiciones controladas de temperatura, humedad e intensidad lumínica. Tesis para la obtención del título de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Occidente, Colombia. 65 pp. Cueva, M. (2014) Identificación taxonómica de las especies de *Phyllophaga* (Col. Scarabaeidae) presentes en diez cultivos del Ecuador. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad ESPE, Ecuador. 46 pp.
- Contreras, L y Bustillo, A. (2019). Caracterización morfológica de cepas de hongos entomopatógenos de *Beauveria bassiana*, *Cordyceps* spp., *Metarhizium* spp. y *Purpureocillium lilacinum*. XV Reunión técnica nacional de palma de aceite. Colombia. Disponible en: https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/10/1.-Caracterizacio%CC%81n-morfolo%CC%81gica-de-cepas-de-hongos-entomopato%CC%81genos-de-Beauveria-bassiana_c ompressed.pdf
- FAO (2018). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 5 pp.
- Gallegos, M.G., Cepeda, S.M. y Olayo, P.R.P. (2003). Entomopatógenos. Trillas, México D.F. 2003. 148 pp.
- Hernández-Velázquez, V.M., Cervantes, Z., Villalobos, F.J., García, L.L. y Peña G. (2011). Aislamiento de hongos entomopatógenos en suelo y sobre gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(3): 591-599.
- Humber, R.A. (2012). Identification of entomopathogenic fungi. En: Lacey, L.A. (Ed.). *Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* (Second Edition). Pp. 151-187. San Diego: Academic Press
- Quijije, R.O. y Mendoza J.R. (1995). El Orozco y su control. Boletín divulgativo n° 252, INIAP. 7 pp.
- Ramírez-Salinas, C., Morón, M.A. y Castro-Ramírez, A (2000). Descripción de los estados inmaduros de seis especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae) de la región altos de Chiapas, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*, 109: 73-106.
- Rustiguel, C., Fernández, M., Guimaraes, L y Moraga, E. (2018). Different strategies to kill the host presented by *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Canadian Journal of Microbiology*, 64(3): 191-200.
- Ruiz, V., Aquino, B., Silva, R y Girón, P (2012). Control Integrado de la Gallina Ciega *Phyllophaga vetula* Horn (Coleoptera: Melolonthidae) con Agentes Entomopatógenos en Oaxaca, México. *UDO Agrícola*, 12(3): 609-616.
- Taborda, Y y Yepes, F.C. (2019). Chisa (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al aguacate (*Persea americana* Mill.) en municipios del Oriente Antioqueño. *Revista Colombiana Metroflor*. Disponible en: <https://www.metroflorcolombia.com/chisas-coleoptera-melolonthidae-asociadas-al-aguacate-persea-americana-mill-en-municipios-del-oriente-antioqueno/>
- Tambo, V y González, L. (1999). Taxonomía del Género *Phyllophaga* spp. e Incidencia en los Principales Cultivos Bajo el Proyecto de Riego Chiriacu-Lucero. Loja.
- Torres, M., Cortez, H., Ortiz, C., Cappello, S y Cruz, A. (2013). Caracterización de aislamientos nativos de *Metarhizium anisopliae* y su patogenicidad hacia *Aeneolamia postica*, en Tabasco, México. *Revista Colombiana de Entomología* 39(1): 40-46.
- Vázquez, J.Y. (2020). *Metarhizium anisopliae*: características, taxonomía y morfología. Lífede. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/metarhizium-anisopliae/>

Implementación de bolsas plásticas oxo-biodegradables y su impacto social y ambiental en la ciudad de Loja, Ecuador

Implementation of oxo-biodegradable plastic bags and their social and environmental impact in the city of Loja, Ecuador

Raquel Verónica Hernández-Ocampo^{1,*}, Santiago Rafael García Matailo¹ y Vivian Jamileth Santos-Orellana¹

¹ Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

* Autor para correspondencia: raquel.hernandez@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 12/11/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/11/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—La presente investigación surgió con el fin de conocer el impacto social y ambiental que causan la utilización de las bolsas oxo-biodegradables, implementadas en la ciudad de Loja mediante ordenanza municipal (N° 044-2017 y su reforma N° 050-2017). Dado que el problema del mal uso y disposición final del plástico radica en su persistencia en el ambiente, es necesario contrastar si las bolsas oxo-biodegradables minimizan daños ambientales en comparación con las bolsas plásticas de polietileno convencionales. La obtención de información para conocer el impacto social se basó en la aplicación de encuestas y con base en ello se realizó la matriz de evaluación de impacto; para el impacto ambiental se utilizó la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), con ayuda del software SimaPro 8.5.2.0. La zona de estudio fue el centro urbano de la ciudad de Loja, donde se concentra el comercio y abunda la utilización de bolsas plásticas. Se obtuvo como resultado que, pese a la aceptación positiva de las bolsas oxo-biodegradables por parte de la población (65%), estas no procuran una mejora al ambiente debido a que no se presentan las condiciones óptimas de temperatura, oxígeno y radiación UV para su degradación donde pasan su última etapa de vida, que es en el relleno sanitario. Se encontró que la diferencia entre bolsas plásticas comunes y oxo-biodegradables en cuanto a impactos ambientales, es mínima y que la ecotoxicidad y toxicidad humana son los mayores impactos ambientales generados durante todo el ciclo de vida de las bolsas oxo-biodegradables.

Palabras clave—Análisis de ciclo de vida; Contaminación; Degradabilidad; Plástico convencional; Residuos; Toxicidad.

Abstract—The following research studies the social and environmental impact caused by the use of oxo-biodegradable bags, which use has been implemented in Loja city through municipal ordinance (N° 044-2017 and its reform N° 050-2017). Due to the persistence of plastic in the environment, it is necessary to test if oxo-biodegradable bags reduce environmental damage in comparison to conventional polyethylene plastic bags. Data was collected through surveys addressed to store owners and their customers; based on this data, a social impact evaluation matrix was developed. To determine the environmental impact caused by oxo-biodegradable bags, the Life Cycle Analysis (LCA) method was applied, using the SimaPro software 8.5.2.0. The study area was located in downtown Loja, where the city's commerce concentrates and the use of plastic bags is abundant. As a result, despite the positive acceptance of the oxo-biodegradable bags by the population (65%), these do not provide an improvement to the environment because optimal conditions for their degradation (temperature, oxygen, and UV radiation) are not present in landfill, where they spend their last stage of life. It was found that ecotoxicity and human toxicity are the greatest environmental impacts generated during the entire life cycle of oxo-biodegradable bags, and that the difference between common plastic bags and oxo-biodegradable ones, in terms of environmental impacts, is minimal.

Keywords—Life cycle analysis; Pollution; Degradability; Conventional plastic; Waste; Toxicity.

INTRODUCCIÓN

Desde su inserción en el mercado a finales de los años 70s, las bolsas de plástico han sido ampliamente utilizadas para diversos usos, especialmente por ser económicas, livianas y duraderas, y no se consideraban un problema; sin embargo, están hechas de polietileno (PE) y gran parte del plástico

que se ha creado todavía existe (EPA, 2016). El problema radica en que tardan alrededor de 500 años en degradarse (ONU, 2018). Los polímeros sintéticos se acumulan en el medio ambiente a una velocidad de 25 millones de toneladas métricas por año (Arevalo, 1996).

Los PE representan el 64% de los materiales plásticos

producidos como envases, que generalmente se desechan después de un breve uso (Martin, 2012), los cuales generan contaminación y ocupan un espacio en los vertederos. Además, debido a que tienen masas muy pequeñas y generalmente están contaminadas, el reciclaje es económicamente inviable. Su eliminación en las plantas de compostaje no está completa, por lo que los fragmentos de bolsas terminan contaminando el compost y, en última instancia, requieren detección u otros procesos para su eliminación (Ojeda *et al.*, 2009).

El uso de nuevas alternativas para reemplazar el plástico convencional, como materiales biodegradables, puede ser una solución para reducir la acumulación de estos en el ambiente, así como la contaminación visual (Gross y Kalra, 2002; Botelho *et al.*, 2004). Scott (2000) y Chiellini *et al.* (2007) señalan que estos materiales se pueden clasificar en dos grupos: los primeros conocidos como netamente biodegradables, cuya estructura química permite la acción directa de enzimas (como la amilasa y la celulasa), mientras que el segundo grupo son los que se vuelven biodegradables debido a la acción de uno o más agentes físicos y/o químicos (hidrólisis, fotólisis o pirolisis).

En el segundo grupo, de acuerdo a Scott (2000) y Bonhomme *et al.* (2003), encontramos los polímeros hidrobiodegradables como el poli (ácido L-láctico), y poliésteres alifáticos-aromáticos, que necesitan el proceso de la hidrólisis química antes de la biodegradación. Dentro de este mismo grupo están los materiales poliméricos que en su estructura contienen sustancias prooxidantes (o prodegradantes), que se conocen como polímeros oxo-biodegradables, los cuales requieren degradación oxidativa como la radiación ultravioleta y/o calor para reducir la masa molar y formar grupos oxigenados, que son más fácilmente metabolizados por microorganismos. Así mismo, Thomas *et al.* (2010) define al proceso de oxo-biodegradación como una serie compleja de reacciones químicas que, con la acción del oxígeno, luz ultravioleta y/o calor rompen las largas cadenas de moléculas de polietileno.

Los plásticos denominados oxo-biodegradables son aquellos que contienen un aditivo pro-oxidante (Mn^{2+} , Fe^{3+} y Co^{2+}) en su composición sensible a factores abióticos que puede iniciar su proceso de degradación que consiste en la oxidación (Ammala *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2010). Hay autores que aseveran que este plástico es amigable con el ambiente (Chiellini *et al.*, 2007; Ojeda *et al.*, 2009), sin embargo, otros autores como Huang y Almeida (2015) y Almeida Streitwieser (2015) y la Europea (2018b) sostienen que los restos del plástico oxo-biodegradable no se degradan, simplemente se fragmentan.

A nivel mundial se han tomado medidas restrictivas en contra de los plásticos; en Europa, América Latina y el Caribe se han adoptado varias medidas como su prohibición y la imposición de impuestos. En Ecuador, en las Islas Galápagos se prohibió desde 2018 el uso de sorbetes, bolsas y botellas desechables al encontrar que la basura marina principalmente compuesta por plásticos ha llegado a los océanos (Europea, 2018a).

En la ciudad de Loja, el uso de bolsas plásticas de halar asciende a 200 toneladas anuales (de Loja, 2017), es por ello que se ha fomentado la implementación de la ordenanza Municipal N° 044-2017 y su reforma la N° 050-2017, cuyo objetivo es promover prácticas ambientales adecuadas que permitan reducir la contaminación, esto es, reemplazar el uso de bolsas plásticas convencionales por bolsas “oxo-biodegradables”.

Este estudio está orientado no solo a determinar el impacto ambiental ocasionado por las bolsas plásticas al ambiente, sino también conocer el impacto social ocasionado por el cambio de bolsas en el uso y comercialización, debido a que los impactos ambientales pueden estar relacionados con los impactos sociales, ya que las personas dependen del medio ambiente para su subsistencia y desarrollo (Vanclay *et al.*, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Loja, enfocándose en el centro urbano de la ciudad comprendido desde la Puerta de la Ciudad entre los ríos Zamora y Malacatos con dirección al sur hasta el parque San Sebastián, incluyendo los barrios próximos: Orillas del Zamora, Ramón Pinto y Perpetuo Socorro; con un área aproximada de 391,32 has (Figura 1).

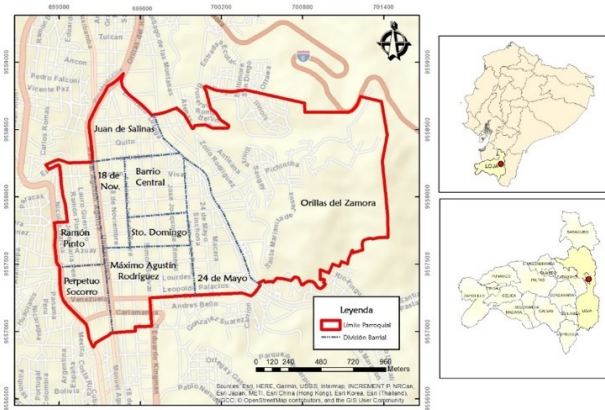


Fig. 1: Mapa de ubicación del Centro Urbano de la ciudad de Loja.

Para conocer el impacto social de la implementación de las bolsas oxo-biodegradables en la ciudad, se aplicaron encuestas y una matriz de evaluación de impactos. Para las encuestas se realizó un muestreo por etapas:

- Muestreo por conglomerados: cada conglomerado es uno de los barrios del centro urbano: barrio Central, Santo Domingo, 18 de noviembre, Juan de Salinas, 24 de Mayo, Orillas del Zamora, Perpetuo Socorro, Ramón Pinto y Máximo Agustín Rodríguez.
- Muestreo sistemático: a partir de los barrios seleccionados dentro del casco urbano, y con el uso del catastro urbano se consideró la codificación de numeración de las viviendas y comercios, y se seleccionaron de mane-

ra alternada; para el caso de estudio se tomó en cuenta la numeración impar.

Se realizaron dos encuestas: una dirigida a los propietarios de los locales comerciales y otra dirigida a los consumidores finales (Anexos). La fórmula para calcular el tamaño de la muestra según Aguilar-Barojas (2005) y Torres *et al.* (2010) es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq} \quad (1)$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la Población
- Z = Nivel de Confianza (95 %)
- p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (0,5)
- q = Probabilidad de fracaso (0,5)
- d = Precisión n (5 %)

Para la aplicación de la fórmula, se obtuvo información del portal web del Servicio de Rentas Internas del Ecuador (encuesta dirigida a los comerciantes), mientras que, para la encuesta dirigida a los consumidores, los datos fueron obtenidos de la investigación de Aguilar (2014). El tipo de encuesta utilizada fue tipo personal, de opinión y de opción múltiple según la escala de Likert.

Con la información obtenida de las encuestas, se elaboró una matriz de evaluación de impacto acoplada al aspecto social, la calificación asignada fue de forma cualitativa/cuantitativa, para valorar a través de la matriz con base en la realidad del objeto de estudio.

La matriz consistió en la identificación de las actividades que generarían impactos en todas las fases a considerar (socialización, implementación y evaluación referente al uso de las bolsas oxo-biodegradables), así como la identificación de los componentes involucrados (social, económico y ambiental). Una vez identificados los impactos, se procedió a su valoración de acuerdo a los criterios establecidos, como se muestra en la Tabla 1.

Luego de evaluar la matriz en función de los impactos, las actividades y los criterios, se realizó la ponderación en donde se aplicó la siguiente fórmula: $P=(M*I) + (R+D)$ (Brito Moína, 2009). Finalmente, se importaron los resultados a la matriz final donde se calculó los porcentajes de los impactos totales (positivos, negativos, neutros o previsible), del resultado de los impactos negativos se obtuvo el tipo de impacto que se genera, tomando en cuenta lo descrito en la Tabla 2.

Para analizar el impacto ambiental de las bolsas plásticas oxo-biodegradables en la ciudad de Loja, se aplicó la

Tabla 1: Criterios establecidos por Gomez Orea Gomez Villarino (2013) para la valoración de los impactos ambientales.

CRITERIO	CATEGORÍA
NATURALEZA	(+) positivo
	(-) negativo
	(N) neutro
	(X) previsible
MAGNITUD	(1) baja intensidad
	(2) moderada intensidad
	(3) alta intensidad
IMPORTANCIA	(0) sin importancia
	(1) menor importancia
	(2) moderada importancia
CERTeza	(3) importante
	(I) improbable
	(D) probable
TIPO	(C) cierto
	(Pr) primario
	(Sc) secundario
REVERSIBILIDAD	(Ac) acumulativo
	(1) reversible
	(2) no reversible
DURACIÓN	(1) corto plazo
	(2) mediano plazo
	(4) largo plazo
TIEMPO EN APARECER EN EL PROYECTO	(C) corto plazo
	(M) mediano plazo
	(L) largo plazo
CONSIDERADO EN EL PROYECTO	(S) si
	(N) no

Tabla 2: Criterios de Coria (2008) para determinar el tipo de impacto ambiental identificado a partir de la fórmula de Brito Moína (2009)

Menores a 25	LEVES - COMPATIBLES
25 y 50	MODERADOS
50 y 75	SEVEROS
Superior a 75	CRÍTICOS

metodología de ACV que como lo señala Castaño-Peláez y Botero-Agudelo (2017) y Botero-Agudelo (2017), en cada etapa se calculan las entradas (en términos de materias primas y de energía) y salidas (en términos de emisiones al aire, agua y residuos sólidos) y se totalizan para todo el ciclo de vida. Para el ACV, se siguieron los cuatro pasos sugeridos por la norma ISO 14040: definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación de los resultados. Para la realización de la simulación, el análisis y la obtención de resultados se utilizó el software SimaPro 8.5.2.0., con ayuda de información bibliográfica y la base de datos Ecoinvent 3.7.1.

Mediante el software se ejecutaron las fases de Análisis de Inventario y Evaluación de Impacto, para posteriormente interpretar los resultados que brinda SimaPro 8.5.2.0 mediante diagramas, tablas y gráficos.

Para definir el alcance se consideró: la unidad funcional,

que fue 1 kg de bolsas oxo-biodegradables; los límites del sistema que incluyen el ámbito geográfico (Ecuador), y los impactos ambientales de todas las etapas de su ciclo de vida, desde la obtención de materias primas, producción del material de la bolsa, fabricación, distribución y su final de vida. Para completar la información a ser ingresada en el software se utilizó información bibliográfica y la base de datos que ofrece el mismo programa. En la simulación en el software SimaPro, se consideró el siguiente procedimiento:

1. Obtención de materia prima
2. Transporte de la materia prima al lugar de fabricación
3. Fabricación de las bolsas oxo-biodegradables
4. Transporte a la ciudad de Loja
5. Disposición final de las bolsas oxo-biodegradables.

Se excluyó la fase de uso pese a ser una de las fases más importantes en el ACV, debido a que el uso de las bolsas no genera un impacto negativo, ya que su única función es la de trasladar los bienes del supermercado a casa. Para los impactos ambientales, el software ofrece varios métodos de evaluación de impacto, cada uno con categorías específicas para la evaluación; el método aplicado en este estudio es el ILCD Midpoint que cuenta con 16 categorías de impacto, mencionadas en la Tabla 3 (Europea, 2013).

Tabla 3: Categorías de impacto y unidades de medida según el método ILCD MIDPONT mediante el software SimaPro software 8.5.2.0

Categoría de Impacto	Unidad
Cambio climático	kg CO2 eq
Agotamiento de ozono	kg CFC -11eq
Toxicidad humana, efectos no cancerígenos.	CTUh
Toxicidad humana, efectos cancerígenos	CTUh
Material particulado	kg PM 2.5 eq
Radiación ionizante HH	kBq U235 eq
Radiación ionizante E	CTUe
Formación de ozono fotoquímico.	kg NMVOC eq
Acidificación	mol H+ eq
Eutrofización terrestre	molc N eq
Eutrofización de agua dulce	kg P eq
Eutrofización marina	kg N eq
Ecotoxicidad de agua dulce	CTUe
Uso del suelo	kg C deficit
Agotamiento de los recursos hídricos.	m3 agua eq
Agotamiento de recursos renovables, minerales y fósiles	kg Sb eq

RESULTADOS

La mayoría de los encuestados está conforme con el uso de las bolsas oxo-biodegradables (tanto comerciantes como consumidores) aproximadamente en un 65%. Sin embargo, los más afectados son los comerciantes ya que ellos

adquieren las nuevas bolsas a un precio más alto (40-50% más) y además reciben quejas por parte de los clientes ya que las bolsas oxo-biodegradables, según afirman, son más frágiles debido a que tienden a romperse cuando se trasladan productos pesados como bebidas y artículos de ferretería. Por otro lado, todavía hay un 10,90% de locales comerciales que no utilizan las bolsas oxo-biodegradables establecidas por el municipio de Loja, según ordenanza Municipal.

En la Figura 2 se observa que el 41,64% de los impactos sociales producidos por la utilización de bolsas oxo-biodegradables son positivos, porque existe una conciencia por parte de la población, pese a que la difusión y campañas realizadas por el Municipio de Loja, no fue al inicio del todo efectiva, posteriormente la población fue tomando mayor aceptación con respecto al cambio de bolsas plásticas. En cambio, el 30,96% de los impactos son negativos, principalmente en el componente Económico que incluye el aumento de costes, sanciones y rentabilidad. El 19,57% fueron neutros ya que no se genera ni impactos positivos, ni negativos, cuando se realiza la relación causa-efecto.

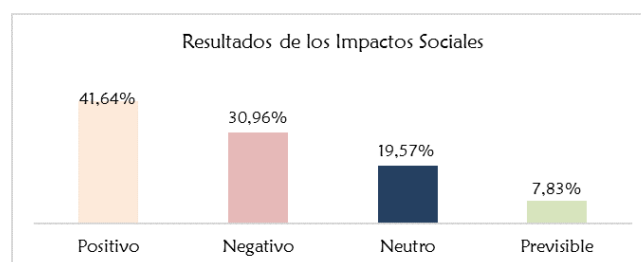


Fig. 2: Resultado porcentual de los impactos de las bolsas oxo-biodegradables en la ciudad de Loja, encontrados en la matriz causa-efecto.

En la Figura 3 se muestra el ciclo de vida completo de una bolsa oxo-biodegradable (de abajo hacia arriba), considerando los procesos desde la extracción de materia prima, elaboración, transporte y disposición final. La fila inferior incluye los procesos y materia prima inicial para la fabricación de las bolsas y se concluye con el producto final que es la bolsa oxo-biodegradable. Se considera la unidad funcional (1 kg) como cantidad de referencia para la simulación. Para este diagrama se eligió la categoría de impacto "cambio climático" (midiendo el impacto generado en kilogramos de CO2 equivalentes), por ser una de las más significativas de todas las categorías de impacto, ya que las emisiones de CO2 a la atmósfera contribuyen a los gases de efecto invernadero y por consiguiente al calentamiento global. Las barras pequeñas en los procesos y el grosor de la línea muestran la contribución a la carga ambiental.

El proceso de elaboración de las fundas plásticas es el que más impacto genera, este proceso incluye la obtención de materia prima y su transporte, además del proceso de extrusión. El transcurso hasta el lugar de disposición final y el fin de las bolsas no genera mayor impacto en comparación con el proceso de fabricación, ya que no representan gran peso ni ocupan un alto volumen.

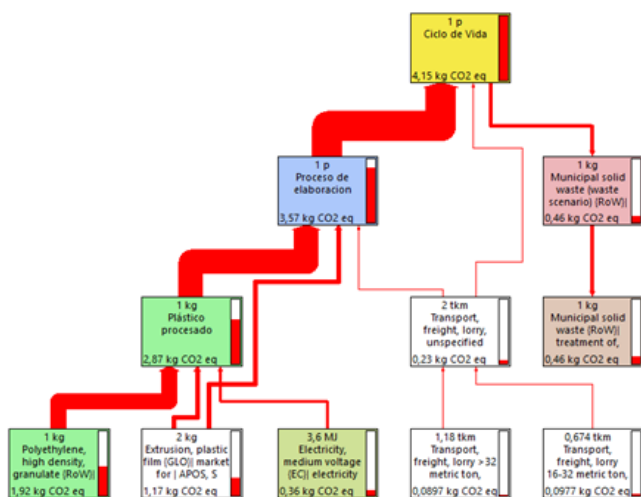


Fig. 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida de una bolsa oxo-biodegradable.

La Figura 4 muestra que los procesos de fabricación y destino final de las bolsas oxo-biodegradables generan más emisiones de gases (CO₂, NO₂, NO_x y SO₂) y vertidos de aguas residuales al ambiente. El proceso de transporte de las bolsas genera un impacto ambiental insignificante. La etapa del ACV de fin de vida de la bolsa oxo-biodegradable es la que dominó su impacto en términos de ecotoxicidad acuática en agua dulce, destacando mucho más que las demás categorías. Esta categoría es medida en Unidad Tóxica Comparativa para ecosistemas (CTUe) que expresa una estimación de la afectación potencial a las especies, es decir, no considera solamente ecosistemas acuáticos. Además, se presenta también la toxicidad humana como una categoría influyente, esta hace referencia a los productos químicos (liberación de hidrocarburos) emitidos, considerando algunos factores que incluyen la liberación de hidrocarburos y otros compuestos al suelo y aire, y la liberación de sustancias como el cromo y el arsénico durante la quema de carbón y producción de almidón y poliéster.

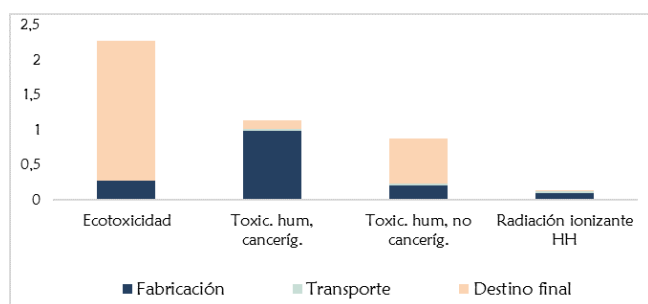


Fig. 4: Diagrama de flujo del ciclo de vida de una bolsa oxo-biodegradable.

Finalmente, en la Tabla 4 se muestra que las diferencias entre las bolsas convencionales y las bolsas oxo-biodegradables son mínimas debido al alto nivel de similitud entre su composición, producción, transporte y su disposición final. De igual manera, los mayores impactos

Tabla 4: Porcentaje por contribución de categoría de impacto de las bolsas oxo-biodegradables y las bolsas de polietileno convencionales.

Categoría de impacto	Unidad	Bolsas plásticas convencionales	Bolsas oxo-biodegradables
Ecotoxicidad de agua dulce	CTUe	55,686	55,545
Toxicidad Humana (efectos no cancerígenos)	CTUh	19,539	19,472
Toxicidad Humana (efectos cancerígenos)	CTUh	16,998	16,974
Cambio climático	kg CO2 eq	1,507	1,503
Radiación Ionizante	kBq U235 eq	1,790	1,786
Ozono fotoquímico	kg NM-VOC eq	1,020	1,017
Material particulado	kg PM2.5 eq	1,074	1,072
Eutrofización agua dulce	kg P eq	0,090	0,090
Eutrofización marina	m ³ water eq	0,499	0,500
Acidificación		0,790	0,791
Eutrofización terrestre	molc N eq	0,808	0,811
Agotamiento de recursos hídricos	m ³ water eq	0,082	0,089
Agotamiento de recursos renovables, minerales y fósiles	kg Sb eq	0,036	0,267

ambientales de ambas bolsas se dan en las categorías de ecotoxicidad y toxicidad humana; sin embargo, se halla una mínima diferencia entre ambas bolsas en la categoría de agotamiento de recursos renovables, minerales y fósiles con el 0,23%. Por lo tanto, se puede aducir que tanto las bolsas oxo-biodegradables como las bolsas plásticas convencionales básicamente generan el mismo impacto ambiental.

DISCUSIÓN

El impacto social encontrado en la implementación de las bolsas oxo-biodegradables en la ciudad de Loja fue positivo, pese que al inicio se manifestó que existió rechazo, tanto de los comerciantes como de los consumidores finales, pero poco a poco fueron asimilando y acatando la ordenanza que implica la utilización de las bolsas plásticas oxo-biodegradables en todos los comercios de la ciudad de Loja. Esta situación se asemeja a lo ocurrido en países como Chile, donde solamente al principio existió rechazo, y Colombia, en donde la aplicación de impuestos a las bolsas para reducir su uso tuvo gran aceptación en todo el país (Sierra, 2018).

La publicidad de las bolsas oxo-biodegradables a través de la difusión y campañas por parte del Municipio influyó poco a poco de manera positiva, debido a que las personas ya consideraban que estaban ayudando a reducir los daños al ambiente, tan solo con utilizar las bolsas oxo-biodegradables. Por tal razón, el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente sugiere que los Gobiernos o Autoridades pongan gran empeño en realizar campañas de educación ambiental y nuevas regulaciones para el control de los plásticos y sus impactos tanto sociales como ambientales (PNUMA, 2016). Finalmente, pese a la aceptación positiva de la población (tanto dueños de locales comerciales con 67% y como consumidores finales con 64,76%), los comerciantes son los más afectados, ya que las bolsas les resultan más costosas y ellos son susceptibles a la recepción de quejas cuando las bolsas oxo-biodegradables se rompen con facilidad.

Los resultados del ACV determinaron que el mayor impacto ambiental ocasionado por las bolsas oxo-biodegradables se da en el proceso de elaboración de las mismas; en cuanto a la nocividad, las mayores emisiones se generan en los procesos de fabricación y escenario final de residuos, en las categorías de ecotoxicidad y toxicidad humana, ya que al contaminarse los ecosistemas los seres humanos también se ven afectados (Londoño-Franco *et al.*, 2016). Por otro lado, Thomas *et al.* (2010) afirma que no hay impactos toxicológicos asociados al plástico oxo-biodegradable; y finalmente, la Europea (2018b) luego de considerar varios estudios relacionados, asevera que no existe suficiente evidencia dentro del campo de la toxicología para saber si el plástico oxo-biodegradable genera mayores impactos toxicológicos que el plástico convencional.

Con respecto a los impactos encontrados por etapa de ciclo de vida, los resultados de Thomas *et al.* (2010) coinciden que en la fase de ciclo de vida de uso de las bolsas no se genera ningún impacto, y en la fase de disposición final de las bolsas oxo-biodegradables se genera mayor impacto ambiental, puesto que la disposición final de las bolsas oxo-biodegradables sucede en el relleno sanitario, donde ocurre la debida degradación.

Varios estudios han comprobado que sí existe mayor degradación en las bolsas oxo-biodegradables que en las bolsas de polietileno de alta densidad (PEAD) sin el aditivo pro oxidante, pero solamente en condiciones óptimas de oxígeno, temperatura, radiación UV y humedad (Chiellini *et al.*, 2006, 2007; Quiroz *et al.*, 2012; Huang y Almeida, 2015; Europea, 2018b). En ausencia de oxígeno no ocurre degradación, y los rellenos sanitarios profundos cuentan con muy poco oxígeno (Europea, 2018b). Incluso la empresa fabricante 'Symphony Environmental' asegura que, en caso de ser enviados a vertederos, los plásticos oxo-biodegradables solo se degradaran en condiciones aerobias (Stephens, 2011).

Igualmente, Nolan-ITU *et al.* (2003); Parker y Edwards (2012) aseveran que, debido a esto, en el relleno sanitario ocurre poca o ninguna degradación. Esto también ocurre en la ciudad de Loja, donde la mayoría de los residuos son enterrados, debido a que la separación en la fuente no es muy efectiva, ya que en la planta de reciclaje con la que

cuenta el Centro Integral de Residuos Sólidos de la ciudad de Loja, solo se puede recuperar el 20% de los residuos inorgánicos, por lo que el resto van a la celda final donde se los entierra y no se brindan las condiciones necesarias para que las bolsas oxo-biodegradables puedan degradarse (Hora, 2020).

Las diferencias entre las bolsas convencionales y las oxo-biodegradables, que en cuanto a impactos ambientales es mínima debido a la similitud en el ciclo de vida de ambas, desde la producción hasta su destino final (OPA, 2017). Dado que los aditivos pro degradantes utilizados en las bolsas oxo-biodegradables se usan en cantidades muy pequeñas (generalmente 1% en peso) no se consideran significativos, por lo que la comparación entre ambas bolsas plásticas no comprende grandes diferencias, contrastando con los estudios de Parker y Edwards (2012) y Thomas *et al.* (2010).

CONCLUSIONES

El impacto social de la implementación de bolsas oxo-biodegradables en la ciudad de Loja resultó positivo, con una aceptación por parte de los comerciantes y consumidores finales de un 65%, para ello un aspecto influyente fue la publicidad realizada por las autoridades competentes a través de los distintos medios de comunicación.

El impacto ambiental ocasionado durante el ciclo de vida de las bolsas oxo-biodegradables se ve afectado en términos de toxicidad y toxicidad humana, principalmente en la etapa final de vida de las bolsas que sucede en el relleno sanitario. Además, se puede concluir que las diferencias entre las bolsas plásticas convencionales y las oxo-biodegradables son mínimas, y por ende su impacto ambiental es similar.

REFERENCIAS

- Aguilar, Y. (2014). *Investigación del uso y aporte de las nuevas tecnologías de información y comunicación en los servicios turísticos y hoteleros de la ciudad de Loja en el año 2012*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 11, 333–338.
- Ammala, A., Bateman, S., Dean, K., Petinakis, E., Sangwan, P., Wong, S., y ... Leong, K. H. (2011). An overview of degradable and biodegradable polyolefins. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 36(8), 1015–1049.
- Arevalo, K. (1996). Elaboración de plásticos biodegradables a partir de polisacaridos y su estudio de biodegradación a nivel de laboratorio y campo.
- Bonhomme, S., Cuer, A., Delort, A.-M., Lemaire, J., Sancelme, M., y Scott, G. (2003). Environmental biodegradation of polyethylene. *Polym Degrad Stab*, 81, 441–452.
- Botelho, G., Queirós, A., Machado, A., Frangiosa, P., y Ferreira, J. (2004). Enhancement of the thermooxidative degradability of polystyrene by chemical modification. *Polymer Degradation and Stability*, 86(3), 493–497.
- Brito Moína, H. (2009). *Identificación de impactos ambientales por actividades: agropecuaria - forestales, mineras e industriales, infraestructura vial, riego y urbanas*. (mathesis). Universidad Nacional de Loja.

- Castaño-Peláez, H., y y Botero-Agudelo, J. (2017). Evaluación ambiental del proceso de elaboración de bolsas plásticas en Colombia utilizando la metodología de análisis de ciclo de vida. *Revista Politécnica*, 13(24), 9–18.
- Chiellini, E., Corti, A., y y D'antone, S. (2007). Oxo-biodegradable full carbon backbone polymers e biodegradation behaviour of thermally oxidized polyethylene in an aqueous medium. *Polymer Degradation and Stability*, 92(7), 1161–1420.
- Chiellini, E., Corti A, D. S., y Baciú, R. (2006). Oxo-biodegradable carbon backbone polymers – oxidative degradation of polyethylene under accelerated test conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 91(11), 2739–2747.
- de Loja, A. (2017). *Ordenanza que regula la implementación de prácticas amigables para reducir el Índice de la huella ecológica en el cantón Loja* [techreport]. Pub. L. No. 044-2017.
- Europea, C. (2013). *Uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida*. (Inf. Téc.). Diario Oficial de la Unión Europea.
- Europea, C. (2018a). *Impacto en el medio ambiente del uso de plásticos oxodegradables, incluidas las bolsas de plástico oxodegradables* (Inf. Téc.). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo.
- Europea, C. (2018b). *Una estrategia europea para el plástico en una economía circular* (Inf. Téc.). Estrasburgo: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo.
- Gross, R. A., y Kalra, B. (2002). Biodegradable polymers for the environment. *Ciencia*, 803(7).
- Hora, L. (Ed.).
El relleno sanitario de Loja recibe menos basura durante la cuarentena. .
- Huang, T. H., y Almeida, D. (2015). Estudio comparativo de la compostabilidad de fundas plásticas de pebd, oxo-biodegradables y de papel distribuidas en el distrito metropolitano de Quito. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7(1).
- Londoño-Franco, L., Londoño-Muñoz, P. T., y Muñoz-García, G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145–153.
- Martin, K. (2012). *Bioprospección de la degradación del polietileno*. Bogotá, Colombia.
- Nolan-ITU, RMIT, y ExcelPlas. (2003). The impacts of degradable plastic bags in Australia. *Victoria*, 129.
- Ojeda, T. F. M., Dalmolin, E., Forte, M. M. C., Jacques, R. J. S., Bento, F. M., y Camargo, F. A. O. (2009). Abiotic and biotic degradation of oxo-biodegradable polyethylenes. *Polymer Degradation and Stability*, 94(6), 965–970.
- OPA. (2017). *La nueva economía del plástico*. Londres.
- Parker, G., y Edwards, B. C. (2012). Intertek expert services a life cycle assessment of oxo - biodegradable, compostable and conventional bags. *Symphony Environmental Ltd. Leatherhead*.
- PNUMA. (2016). *Prohibición de plásticos de un solo uso*. Madrid.
- Quiroz, F., Cadena, F., Sinche, L., y Chango, I. (2012). Estudio de la degradación en polímeros oxo-biodegradables. *Revista Politécnica*(179–191).
- Scott, G. (2000). Green polymers. *Polymer Degradation and Stability*, 68(1), 1–7.
- Thomas, N., Clarke, J., McLauchlin, A., y Stuart, P. (2010). Assessing the environmental impacts of oxo-degradable plastics across their life cycle. *Loughborough University*.
- Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. (2010). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Rafael de Landívar.
- Vanclay, F., Esteves, A. M., Group, C. I., Aucamp, I., Services, C., y Franks, D. M. (2015). *Evaluación de impacto social: lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos* (Tesis Doctoral no publicada). Groninga.

La percepción de la función familiar como influencia en el consumo de sustancias psicoactivas

Perception of family function as an influence on the use of psychoactive substances

Omayck F. Valarezo-Bravo^{1,*}, Roberto Erazo-Castro² y Zhenia Muñoz Vinces^{1–3}

¹ Carrera de Psicología Clínica, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

² Carrera de Economía, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

³ Hospital Clínica “San Agustín”. Loja, Ecuador.

³ Autor para correspondencia: marlon992@hotmail.com

Fecha de recepción del manuscrito: 16/11/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—La adolescencia, por las condiciones que la rodean, puede generar períodos de estrés emocional ocasionados por los cambios que se producen en la pubertad con dirección a la adultez, lo que generaría conductas de riesgo para el desarrollo normal. La presente investigación tiene como objetivo establecer una relación entre niveles de percepción de la función familiar y los niveles de riesgo de consumo de alcohol, tabaco y otras drogas, además de medir el impacto de los niveles de percepción de la función familiar sobre las posibilidades de consumo de alcohol, tabaco y otras drogas en estudiantes del Colegio de Bachillerato “27 de febrero”, Loja, Ecuador. El estudio presentado es de corte transversal con muestreo no probabilístico de tipo no experimental, conformado por una muestra de 664 estudiantes de enseñanza básica superior y bachillerato. Se aplicaron dos instrumentos psicométricos: APGAR-familiar y La Prueba de Detección de Consumo de Alcohol, Tabaco y Sustancias (ASSIST v3.1). Los hallazgos mostraron una asociación significativa entre la percepción de la funcionalidad familiar y el consumo de drogas ($p < 0,01$), alcohol ($p < 0,05$) y tabaco ($p < 0,10$). Los odds ratio determinan que las posibilidades de consumo de estudiantes con percepción de la función familiar baja son 2,58, 2,10 y 2,45 veces más altas que estudiantes con percepción familiar alta para alcohol, tabaco y drogas respectivamente. En conclusión, a medida que disminuye la percepción de la función familiar aumenta el nivel de riesgo en el consumo de adolescentes.

Palabras clave—Función familiar; Adolescentes; Consumo de drogas.

Abstract—Due to the conditions that surround it, adolescence can generate periods of emotional stress caused by the changes that occur in puberty towards adulthood, which would generate risk behaviors for normal development. The following research aims to establish a statistical relationship between levels of perception of family function and levels of risk of consumption of alcohol, tobacco and other drugs. Also seeks to measure the impact that these levels of perception of the family function cause in the odds of alcohol, tobacco and other drug consumption in students of Colegio de Bachillerato “27 de Febrero” students in Loja, Ecuador. This is a cross-sectional study with non-probabilistic sampling of a non-experimental type, made up of 664 students of basic higher education and high school. Two psychometric instruments were applied: APGAR-family and the Alcohol, Tobacco and Substance Consumption Detection Test (ASSIST v3.1). The findings showed a significant association between the perception of family functionality and the consumption of drugs ($p < 0.01$), alcohol ($p < 0.05$) and tobacco ($p < 0.10$). The odd ratios determine that the chances of consumption for students with low perception family function are 2.58, 2.10 and 2.45 times higher than students with high perception of family function for alcohol, tobacco and drugs respectively. In conclusion, as the perception of family function decreases, the level of risk in adolescent consumption increases.

Keywords—Family function; Adolescents; Drug use.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia es considerada como una etapa de búsqueda y de cambios, dando importancia más acentuada al grupo de pares, que entra a menudo en problemas consigo mismo y con la familia. Esta etapa genera mayor vulnerabilidad a factores de riesgo debido a su inmadurez y falta de herramientas para la toma de decisiones, que

pueden ocasionar el consumo de sustancias legales e ilegales (Cruz-Ramírez *et al.*, 2018; Jordán Jinez *et al.*, 2009). Los niños y adolescentes entre los 8 y 18 años presentan mayor susceptibilidad a iniciar el consumo de sustancias psicoactivas (Ramírez Ruiz y Andrade, 2005), siendo más frecuente entre los 14 y 15 años, ya sea por curiosidad o por normas culturales (Luengo *et al.*, 2009).

El consumo de sustancias ha venido aumentando en los jóvenes y adolescentes de educación secundaria (Hernández *et al.*, 2009), lo que representa un grave problema de salud (Tena-Suck *et al.*, 2018). La evidencia epidemiológica internacional reconoce que el uso ocasional o continuo de alcohol y cigarro, solos o combinados, es muy común entre la gente joven (Linares *et al.*, 2017). En la actualidad, es frecuente observar adolescentes que utilizan conductas de “salida” como el consumo de alcohol y tabaco cuando enfrentan problemas individuales, familiares, ambientales y sociales (Alonso-Castillo *et al.*, 2017). Esto genera problemas en la salud, la educación y la seguridad pública (Ferrel *et al.*, 2016).

Dentro de los adolescentes, los factores familiares y ambientales determinan el inicio del consumo de sustancias como lo es el alcohol y tabaco, entre otros (Tena-Suck *et al.*, 2018). Por ejemplo, Ortiz (1996) encontró que en Guatemala existe 3,32 veces mayor riesgo de consumir cualquier tipo de drogas cuando un adolescente tiene un familiar consumidor de alguna droga. Otro factor de riesgo en los jóvenes son las condiciones económicas desfavorables, lo que ocasiona un ingreso al mundo laboral más temprano, lo que favorece la interacción con las drogas (“Consumo de drogas en los jóvenes de la ciudad de Guayaquil, Ecuador”, 2010). La tipología de familia de los sujetos que consumen sustancias psicoactivas varía en porcentajes, por ejemplo, en un estudio se observó que los consumidores que pertenecen a la familia monoparental son el 25,6% y los consumidores que pertenecen a una familia extensa son el 9,8% (Aguirre-Guiza *et al.*, 2017). Sin embargo, en el estudio realizado por Moreno y Palomar (2017), en una muestra de escolares colombianos, no se encontraron diferencias significativas entre el tipo de familia y el consumo de sustancias psicoactivas.

La familia se configurará como un factor de riesgo cuando en la misma se promueven actitudes de consumo y más aún cuando el consumo se encuentra presente por parte de padres o adultos, y existe abuso físico o psíquico (Aguirre-Guiza *et al.*, 2017). La percepción que los adolescentes tienen del funcionamiento familiar influye decisivamente en la adopción de conductas de riesgo para la salud (adicciones, relaciones sexuales de riesgo, pandillerismo, etc.) (Trujillo-Guerrero *et al.*, 2016).

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo conocer la relación estadística entre los diferentes niveles de percepción de la función familiar (baja, media y alta satisfacción de la función familiar), y los niveles de riesgo (leve, moderado-grave) de consumo de alcohol, tabaco y otras drogas, para medir el impacto que estos niveles de percepción de la función familiar se relacionan en las posibilidades de consumo de alcohol, tabaco y otras drogas en los adolescentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

La presente investigación estuvo conformada por 664 estudiantes de educación básica y bachillerato entre los 13 y 20 años del Colegio de Bachillerato “27 de febrero”, Loja, Ecuador. La selección de los estudiantes se realizó a través

de un muestreo no probabilístico con criterios de inclusión. Los criterios que se tomaron en cuenta fueron: a) motivación para participar en la investigación; b) consentimiento informado firmado por parte de los tutores; b) estar matriculado legalmente a la institución pública; c) asistir normalmente a clases; d) tener una edad comprendida entre 13 y 20 años.

Diseño e instrumentos

El estudio se realizó con un diseño transversal de tipo no experimental. Se aplicó la prueba de detección de consumo de alcohol, tabaco y sustancias (ASSIST v3.1) (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2011). Es un instrumento que consta de ocho ítems, permite detectar y medir el nivel de riesgo entre las distintas categorías de sustancias (alcohol, tabaco, cannabis, cocaína, estimulantes de tipo anfetamina, inhalantes, sedantes, alucinógenos, opiáceos y otras drogas). El participante debe seleccionar un conjunto de alternativas tipo Likert, para transformar los resultados en distintos niveles de riesgo: Riesgo Bajo indica un consumo no peligroso; Riesgo Moderado un consumo peligroso o dañino y Riesgo Alto indica dependencia a sustancias. Este instrumento ha demostrado buenas propiedades psicométricas dentro de los adolescentes (Ferrel *et al.*, 2016).

Otro instrumento que se utilizó para evaluar la funcionalidad familiar fue el cuestionario del APGAR-Familiar (Bellón *et al.*, 1996). Este corresponde a la versión española mostrando un índice de escala global test-retest de 0,86 y un alpha de Cronbach de 0,84, lo que indica que es adecuado para su aplicación. Este instrumento está conformado por cinco preguntas que abarcan la función familiar: adaptación, cooperación, desarrollo, afectividad y capacidad resolutive. El Apgar familiar ha sido ampliamente utilizado y mostrando adecuadas propiedades psicométricas en adolescentes de 11 a 18 años con una consistencia interna del alpha de Cronbach = 0,788 (Castilla *et al.*, 2014). Para la interpretación del Apgar-familiar nos basamos en la propuesta de Gómez y Ponce (2010) que menciona la percepción del funcionamiento familiar mediante la satisfacción que tienen con su grupo familiar. Los puntajes entre 0-3 corresponden a baja satisfacción de la función familiar, 4-6 media satisfacción de la función familiar y 7-10 alta satisfacción de la función familiar.

Procedimiento

El presente estudio fue aprobado por parte de la Carrera de Psicología Clínica de la Universidad Nacional de Loja y por parte de autoridades del Colegio de Bachillerato “27 de febrero” de la ciudad de Loja, Ecuador. La institución educativa seleccionada corresponde a un colegio público de la localidad. Antes de realizar la aplicación de reactivos psicológicos, se procedió a capacitar a estudiantes en la aplicación y tabulación de dichos reactivos. Posteriormente, se visitó cada aula del plantel educativo informando sobre los objetivos, confidencialidad, procedimientos y el riesgo que implica su participación. El evaluador entregó cada prueba psicométrica a cada estudiante, en donde procedió a explicar cada uno de los ítems a ser evaluados, se resaltó la honestidad necesaria al llenar la prueba, y se indicó que avisara cuando hubiera fina-

lizado para no interrumpir a sus demás compañeros de clase. Para que pudieran participar en la investigación se les entregó un formulario de consentimiento informado que debía ser firmado y autorizado por sus representantes legales.

Análisis de datos

El total de individuos que participaron en el estudio fue 664. Las variables utilizadas para el correspondiente análisis, sus categorías y frecuencias se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1: Variables utilizadas para establecer los análisis estadísticos del consumo de sustancias psicoactivas en estudiantes de un colegio de bachillerato de Loja, Ecuador.

Variable	Niveles	Frecuencia	Porcentaje
Género	Hombre	327	49,2
	Mujer	337	50,8
	13 – 14	242	36,4
Edad	15 – 16	272	41,0
	+16	150	23,6
	Baja	81	12,8
Satisfacción de la función familiar	Media	137	20,6
	Alta	442	66,6
	No consume	577	86,9
Drogas	Riesgo Bajo	22	3,3
	Riesgo Moderado - Alto	65	9,8
	No consume	489	73,6
Tabaco	Riesgo Bajo	60	9,0
	Riesgo Moderado - Alto	115	17,4
	No consume	374	56,3
Alcohol	Riesgo Bajo	125	18,8
	Riesgo Moderado - Alto	165	24,9

Se utilizó el test ASSIST V3.1 para el consumo de alcohol, tabaco y otras drogas. La categoría Riesgo Alto ha sido también unificada con la categoría de Riesgo Moderado para las variables de Alcohol, Tabaco y Drogas debido al bajo porcentaje de respuestas positivas que engloba la categoría Riesgo Alto. Para la variable establecida Drogas se procedió a unificar las distintas sustancias (cannabis, sedantes, alucinógenos, inhalantes, opiáceos, anfetamina, cocaína y otras drogas) por su bajo número de respuestas positivas. Para los individuos que no consumen ninguna sustancia se les ha designado la categoría No Consume, para los individuos que tienen un consumo no peligroso en cualquiera de las sustancias se les ha asignado la categoría Riesgo Leve, y para individuos que tiene un consumo peligroso para su salud en cualquiera de las sustancias, se les ha asignado la categoría Riesgo Moderado-Alto.

Este análisis establece si existe una asociación entre el nivel de satisfacción de la función familiar y el consumo de diferentes sustancias psicoactivas. Se ha desarrollado una prueba de independencia basada en el estadístico chi-cuadrado. Sin embargo, esta prueba no permite realizar

un análisis profundo entre las relaciones de las categorías de ambas variables. Solamente es posible comparar los valores de las frecuencias de la tabla de contingencia para un análisis descriptivo. Posteriormente, se presenta un análisis de perfil de filas, donde las filas corresponden el nivel de satisfacción de la función familiar. Los perfiles de fila ayudan a analizar las proporciones de cada categoría en las filas con respecto a cada columna.

Para examinar el impacto del nivel de satisfacción de la función familiar sobre el consumo o no de sustancias psicoactivas se plantea el desarrollo de modelos de regresión logística para cada una de las sustancias analizadas. Además, se incluyen las variables de edad y género para determinar si tienen algún impacto sobre el patrón de consumo de estas sustancias. Para este análisis se han recategorizado los niveles de consumo en: Consume y No Consume. Se han etiquetado los niveles como Consume = 1 y No Consume = 0 para ejecutar cada modelo.

El objetivo principal de la regresión logística es modelar la relación entre un conjunto de variables para obtener un resultado binario con base en las probabilidades de ocurrencia. La probabilidad estimada viene dada por la ecuación:

$$E(y) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots \beta_p @ x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots \beta @ x_p}} \quad (1)$$

La variable dependiente se codifica con 1 para resultados positivos y 0 para resultados negativos. Por lo tanto, el valor de E (y) es la probabilidad de que y = 1 para un conjunto dado de valores de las variables independientes. Como E (y) es un valor de probabilidad, se define como:

$$E(y) = P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_p) \quad (2)$$

Además de ser una técnica para establecer relaciones y predecir sucesos, permite interpretar los efectos en la variable dependiente mediante los valores de Odd Ratio (razón de probabilidades). Las probabilidades a favor de que ocurra un evento se definen como la probabilidad de que el evento ocurra, dividido por la probabilidad de que no ocurra. Sobre la base de un cierto conjunto de valores de las variables independientes, las posibilidades a favor de y = 1 se calculan de la siguiente manera:

$$odds = \frac{P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)}{P(y = 0 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)} = \frac{P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)}{1 - P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)} \quad (3)$$

Por lo tanto, el odd ratio ayuda a medir el impacto que un aumento en una unidad de las variables independientes tiene en estas posibilidades o el impacto de una categoría sobre otra para variables cualitativas. Esto está dado por la probabilidad de y = 1 cuando una de las variables independientes aumenta (Odds A) por una unidad dividida por la

probabilidad de que $y = 1$ cuando no ha habido cambio en los valores de la variable independiente (Odds B).

$$oddratio = \frac{OddsA}{OddsB} \quad (4)$$

Finalmente, se aplica el test de McNemar. Este test permite analizar la significación estadística de las diferencias en el rendimiento de los clasificadores. El test de McNemar se aplica a la matriz de confusión, cuyos valores muestran el número de observaciones clasificadas correcta e incorrectamente por el modelo generado.

RESULTADOS

Los resultados presentados en la Tabla 2 para las pruebas de independencia muestran una relación estadística a diferentes niveles de significancia para los tres tipos de sustancias analizadas. Existe relación entre nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del consumo de drogas ($\chi^2(4, 664) = 15,11, p < 0,01$), entre nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del consumo de alcohol ($\chi^2(4, 664) = 10,971, p < 0,05$) y entre nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del consumo de tabaco ($\chi^2(4, 664) = 9,35, p < 0,10$).

Tabla 2: Valores de los perfiles de fila y resultados obtenidos de las pruebas de independencia para las relaciones de las variables de consumo de sustancias psicoactivas en estudiantes de un colegio de bachillerato con la satisfacción familiar de los mismos estudiantes.

Consumo Drogas			
Satisfacción de la función familiar	No consume	Riesgo Leve	Riesgo Moderado -Alto
Baja	0,79	0,02	0,19
Media	0,82	0,05	0,13
Alta	0,90	0,03	0,07
Prueba de independencia: $\chi^2(4, 664) = 15,11$			p0,01
Consumo Tabaco			
Satisfacción de la función Familiar	No consume	Riesgo Leve	Riesgo Moderado -Alto
Baja	0,65	0,11	0,24
Media	0,69	0,09	0,22
Alta	0,77	0,09	0,14
Prueba de independencia: $\chi^2(4, 664) = 9,35$			p0,10
Consumo Alcohol			
Satisfacción de la función Familiar	No consume	Riesgo Leve	Riesgo Moderado -Alto
Baja	0,49	0,21	0,30
Media	0,47	0,24	0,29
Alta	0,61	0,17	0,22
Prueba de independencia: $\chi^2(4, 664) = 10,971$			p0,05

La relación entre la satisfacción de la función familiar y el

riesgo moderado-alto de consumo de drogas mostró que el 7 % de los individuos tuvieron una satisfacción de la función familiar alta, el 13 % media, y el 19 % baja. Se observó que el porcentaje de riesgo de consumo moderado-alto aumenta cuando el adolescente percibe una baja satisfacción de la función familiar. complementariamente, se observó que esta relación se da de manera inversa para la categoría “no consume”.

Para la relación entre nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del consumo de tabaco se notó una tendencia parecida a la relación con otras drogas, pero menos variable. El porcentaje de individuos con un consumo de riesgo moderado-alto va aumentando de 14 % a 22 % y a 24 % dados los niveles de alta satisfacción, media satisfacción y baja satisfacción de la función familiar. Similarmente, el porcentaje de individuos que no consumen tabaco aumentó según estos respectivos niveles de percepción familiar, y no se identificó ninguna tendencia para el nivel de consumo de riesgo leve.

Finalmente, la relación entre el nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del consumo de alcohol se pudo observar que para individuos que presentan alta satisfacción de la función familiar el 22 % tienen un consumo de riesgo moderado-alto, mientras que para individuos que presentan media y baja satisfacción de la función familiar, el 29 y 30 % de ellos tienen un consumo de riesgo leve y moderado-alto respectivamente. Se identificó la misma tendencia para el consumo de tabaco y otras drogas. Las diferencias en los niveles de riesgo del consumo de otras drogas, alcohol y tabaco entre media y baja satisfacción de la función familiar no se ven vieron muy acentuadas. Además, existieron porcentajes más equilibrados entre los niveles de riesgo del consumo expuestas en la tabla de otras drogas y tabaco, esto debido a una mayor tendencia al consumo de alcohol por parte de los adolescentes.

Impacto sobre el consumo de sustancias psicotrópicas basado en los modelos de regresión logística

Los resultados del modelo para la variable dependiente “Drogas”, incluida la tasa de error del modelo, tasa de sensibilidad y especificidad, y el test de McNemar están indicados en la Tabla 3. Aquí se muestran que los p-valores tuvieron una diferencia estadística en los patrones de los niveles de riesgo entre individuos con baja satisfacción y alta satisfacción de la función familiar ($p < 0,01$) y entre media satisfacción y alta satisfacción de la función familiar ($p < 0,05$).

Los odd ratio determinaron que las posibilidades que presenta un adolescente de consumir “otras drogas” cuando tiene una baja satisfacción son 2,45 veces más alta que los adolescentes que tienen una alta satisfacción de la función familiar. Igualmente, las posibilidades que presentó un adolescente de consumir “otras drogas” cuando tiene una media satisfacción son 1,77 veces más altas que los individuos que tuvieron una alta satisfacción de la función familiar. Se determinó una clara relación entre el nivel de satisfacción de la función familiar y el nivel de riesgo del

Tabla 3: Resultados del modelo de regresión logística para la variable dependiente Drogas en relación a la satisfacción de la función familiar, la edad y el género de los consumidores en estudiantes de un colegio de bachillerato de Loja, Ecuador.

Variables	Coeficientes	Error estándar	p-valor	Odd Ratio
Satisfacción de la función familiar				
Baja	0,896	0,286	0,001	2,450
Media	0,575	0,303	0,058	1,776
Edad				
Mayor a 16	1,520	0,343	0,000	4,575
Entre 15 y 16	1,184	0,332	0,000	3,267
Género				
Mujer	-0,224	0,240	0,349	0,800
Valores	Error	Sensibilidad	Especificidad	Mc Nemar
	0,14	0,87	0,38	0,000

consumo de otras drogas.

La edad también presentó un claro patrón de consumo: a mayor edad se dio una posibilidad más alta de presentar un mayor nivel de riesgo del consumo de otras drogas. A la edad entre 15 y 16 años existió 3,26 veces más posibilidades de consumo que los más jóvenes, y los individuos de más de 16 años tuvieron una posibilidad de 4,75 veces más alta de consumir que los individuos entre 13 y 14 años. El p-valor mostró que no existe una diferencia estadística en el consumo de otras drogas entre hombres y mujeres. El test de McNemar indicó que se tienen suficientes datos para interpretar la dirección del efecto de los Odd Ratio.

La Tabla 4 muestra los resultados del modelo para la variable dependiente “Tabaco”. Los p-valores muestran que únicamente existe una diferencia estadística en los niveles de Riesgo del consumo de tabaco entre los adolescentes con media satisfacción y alta satisfacción de la función familiar ($p < 0,01$). No existe diferencia estadística en los patrones de consumo de tabaco entre los individuos con media satisfacción y alta satisfacción de la función familiar. El odd ratio para baja satisfacción de la función familiar determina que las posibilidades de consumo de tabaco de individuos con baja satisfacción fueron 2,10 veces más altas que los individuos con alta satisfacción de la función familiar. Para la edad, igual que en el caso de las drogas, existe un patrón diferenciado.

Los individuos entre 15 y 16 años tienen 3,38 veces más posibilidades de consumo que los individuos entre 13 y 14 años, y los individuos de más de 16 años tienen una posibilidad de 5,70 veces más alta de consumo de tabaco que los individuos entre 13 y 14 años. Similar que las drogas, no existe una diferencia estadística en el consumo de tabaco entre hombres y mujeres ($p > 0,10$).

Finalmente, los resultados del modelo para la variable dependiente “Alcohol” (Tabla 5) mostraron una diferencia estadística en los patrones de consumo de alcohol entre

Tabla 4: Resultados del modelo de regresión logística para la variable dependiente Tabaco en relación a la satisfacción de la función familiar, la edad y el género de los consumidores en estudiantes de un colegio de bachillerato de Loja, Ecuador.

Variables	Coefficientes	Error estándar	p-valor	Odd Ratio
Satisfacción de la función familiar				
Baja	0,752	0,230	0,001	2,122
Media	0,185	0,346	0,452	1,204
Edad				
Mayor a 16	1,741	0,260	0,000	5,707
Entre 15 y 16	1,218	0,244	0,000	3,381
Género				
Mujer	-0,160	0,186	0,391	0,852
Valores	Error	Sensibilidad	Especificidad	Mc Nemar
	0,24	0,76	0,69	0,000

Tabla 5: Resultados del modelo de regresión logística para la variable dependiente Alcohol en relación a la satisfacción de la función familiar, la edad y el género de los consumidores en estudiantes de un colegio de bachillerato de Loja, Ecuador.

Variables	Coeficientes	Error estándar	p-valor	Odd Ratio
Satisfacción de la función familiar				
Baja	0,948	0,217	0,000	2,581
Media	0,528	0,223	0,018	1,697
Edad				
Mayor a 16	1,771	0,234	0,000	5,880
Entre 15 y 16	1,146	0,200	0,000	3,144
Género				
Mujer	0,291	0,1687	0,084	1,339
Valores	Error	Sensibilidad	Especificidad	Mc Nemar
	0,36	0,66	0,61	0,000

los individuos con baja satisfacción y alta satisfacción de la función familiar ($p < 0,01$) y entre media satisfacción y alta satisfacción de la función familiar ($p < 0,05$). Las posibilidades de consumo de alcohol de individuos con baja satisfacción son 2,58 veces más altas que los individuos con alta satisfacción de la función familiar, mientras que las posibilidades de consumo de alcohol en individuos con media satisfacción son 1,69 veces más alta que los individuos con alta satisfacción de la función familiar.

Al igual que en los casos anteriores, a mayor edad existe una posibilidad más alta de consumo de alcohol. Individuos entre 15 y 16 años presentan 3,14 veces más posibilidades de consumo que los individuos entre 13 y 14 años, y el grupo de más de 16 años tienen una posibilidad de 5,88 veces más alta de consumir que el grupo entre 13 y 14 años. Se observó una diferencia casi significativa a un nivel de $p < 0,10$ en el consumo de alcohol entre hombres y mujeres. El valor de

Odd Ratio indicó una posibilidad de 1,33 veces más alta de consumo de alcohol por parte de las mujeres sobre los hombres. Los resultados dieron cuenta de una clara relación entre individuos con baja satisfacción de la función familiar y una mayor probabilidad de consumir sustancias psicoactivas

DISCUSIÓN

Esta investigación muestra variables de asociación que se relacionan en las posibilidades de consumo de alcohol, tabaco y otras drogas en la población adolescente. Los resultados indicaron que las mayores probabilidades de consumo y riesgo de consumo de estas sustancias están directamente relacionadas con los niveles de satisfacción familiar del individuo. Además, las posibilidades de inicio de consumo incrementan a mayor edad de los individuos y se muestra una tendencia levemente superior de consumo de alcohol en las mujeres.

La importancia de la familia y su relación con el consumo de diversas drogas permite establecer la relevancia que tiene el núcleo familiar, que puede llegar a convertirse en un factor de riesgo en el que precipitaría el consumo de las distintas sustancias psicotrópicas. El adolescente que no percibe comprensión, apoyo y cariño por sus padres es más vulnerable a experimentar hábitos poco saludables como es el consumo de alcohol y tabaco (Trujillo-Guerrero *et al.*, 2016).

En esta investigación se encontró que a medida que disminuye la satisfacción de la función familiar aumenta el nivel de riesgo del consumo de alcohol, tabaco y otras drogas. En el caso del nivel de riesgo del consumo de alcohol relacionado con la baja satisfacción de la función familiar parece mostrar similitud con los datos expuestos por Alonso-Castillo *et al.* (2017), en donde indican un 19,4% de consumo dependiente relacionado con funcionalidad familiar en comparación con el 22% presentado en este estudio, y 32% de consumo dañino de alcohol relacionado con disfunción familiar moderada en comparación con el 29% obtenido. En cambio, Romero (2018) encontró que el 15,6% de adolescentes que provenía de familias con disfunción moderada presentaban un consumo de riesgo. Además, se ha demostrado que en hogares comprensivos las puntuaciones de consumo de alcohol, tabaco y cannabis son más bajas que en hogares autoritarios y negligentes (Fuentes, Alarcón, *et al.*, 2015).

La asociación entre el consumo de alcohol y percepción de la función familiar se relaciona con los estudios de Medina-Fernández *et al.* (2018) realizados en la población adolescente. En cambio, los resultados encontrados por Alonso-Castillo *et al.* (2017) no encontraron asociación entre ambas variables pero sí se encontró una relación negativa y significativa de la funcionalidad familiar con el consumo dependiente de alcohol, mostrando coherencia con los resultados antes expuestos, que a mayor consumo de alcohol menor será la percepción de la función familiar del adolescente. El sexo femenino presentó mayor probabilidad de consumir alcohol cuando existe una disminución de la percepción de la función familiar, guardando relación con respecto a la comunicación deficiente que predijo

negativamente más consumo de alcohol para las mujeres (Ohannessian *et al.*, 2016). En un estudio realizado por Fuentes, Alarcón, *et al.* (2015), los adolescentes presentaron 10,97 veces más probabilidad de consumir alcohol cuando presentaban disfunción familiar en comparación con el 2,58 de nuestra investigación, mientras que, en un estudio con adolescentes de 13 a 15 años en Lituania se encontró que los estudiantes que tienen una baja satisfacción con las relaciones familiares tienen 1,51 posibilidades más de consumir alcohol semanalmente que los que tienen alta satisfacción (Šumskas y Zaborskis, 2017).

Los índices elevados del consumo de tabaco se relacionan con los factores psicosociales, entre ellos la familia disfuncional (Ferrel *et al.*, 2016), lo cual coincide con nuestros resultados que a medida que disminuye la percepción de la función familiar aumenta el nivel de riesgo del consumo de tabaco. Por tanto, la falta de apoyo familiar, como la relación inadecuada con los padres, se asocian con el consumo de tabaco entre los adolescentes (Molero-Jurado *et al.*, 2017). Así mismo, los adolescentes que consideran no recibir suficiente afecto y cariño por los padres tienen con mayor frecuencia consumo de alcohol y tabaco (Barragán, M *et al.*, 2016). En relación con el género y la probabilidad del consumo de tabaco no existió asociación estadística significativa como en el estudio presentado por Fuentes, Alarcón, *et al.* (2015) en donde las mujeres presentaban 7,06 más probabilidad de fumar cuando presentan disfunción familiar. También se ha observado que las mujeres presentan mayor probabilidad de consumo de tabaco cuando no viven con ambos padres (Picoito *et al.*, 2019).

En el consumo de otras drogas continúa el mismo patrón del nivel de riesgo del consumo: a medida que disminuye la satisfacción de la función familiar se incrementa el nivel de riesgo a moderado-grave, estos datos concuerdan con lo propuesto por Cruz-Ramírez *et al.* (2018) cuando mencionan que la disfunción familiar moderada o severa incrementa el riesgo del consumo de sustancias en los adolescentes. Otros factores familiares pueden contribuir como factor de riesgo, como es el caso de la violencia intrafamiliar, que puede incrementar hasta siete veces más el consumo de drogas en comparación de adolescentes que no presentan violencia intrafamiliar (Uribe y Mazariegos, 2018).

Como es de esperarse, a mayor edad existe mayor riesgo de empezar el consumo de las sustancias objeto de estudio como son el alcohol, el tabaco y otras drogas, aunque en algunas drogas en particular otros estudios han mostrado lo contrario: en una investigación en Sudáfrica con una muestra clínica de adolescentes de 14 a 20 años, se mostró que mientras aumentaba la edad disminuía en 1,4 veces las probabilidades de un mayor consumo de cannabis (Muchiri y dos Santos, 2018). Por lo tanto, la edad constituye un factor de riesgo y así mismo un predictor del consumo de alcohol (Aguirre-Guiza *et al.*, 2017; Simón *et al.*, 2020). En contraparte, la investigación realizada por Muchiri y dos Santos (2018) identificó como factores de riesgo para el uso de drogas ser hombre, ser menor de edad y tener padres divorciados. Y no solo se debe tener en cuenta el funcionamiento familiar como factor de riesgo para el consumo de sustancias

psicotrópicas sino también la estructura, familiares con antecedentes de consumo (Saravia *et al.*, 2014), y amigos y familiares consumidores activos de sustancia psicotrópicas (Ortiz, 1996). Por ello, los resultados de este estudio permiten identificar elementos que pueden servir para la elaboración de programas preventivos como son la mejora de la función familiar, la edad de inicio y el género con la finalidad de mejorar las relaciones dentro del núcleo y así mismo permitir la disminución del riesgo del consumo de sustancias y retrasar el inicio del consumo.

CONCLUSIONES

La satisfacción de la función familiar está directamente relacionada con el nivel de riesgo del consumo de alcohol, tabaco y otras drogas. A medida que disminuye la percepción de la función familiar aumenta el nivel de riesgo en el consumo. Un adolescente tiene posibilidades de 2,45 veces más altas de consumir “otras drogas” cuando tiene una baja satisfacción respecto de los adolescentes que tienen una alta satisfacción de la función familiar. Se tiene que tener en cuenta que el modelo empleado en la investigación es de tipo relacional, en la que puede ser o no la causa del consumo de alcohol, tabaco y otras drogas. Por ello, se recomienda en próximas investigaciones incluir más factores que puedan determinar causalidad.

REFERENCIAS

- Aguirre-Guiza, N. C., Aldana-Pinzón, O. B., y Bonilla-Ibáñez, C. P. (2017). Factores familiares de riesgo de consumo de sustancias psicoactivas en estudiantes de una institución de educación media técnica de Colombia. *Revista de Salud Pública*, 19(1), 3–9. doi: 10.15446/rsap.v19n1.41785
- Alonso-Castillo, M. M., Yañez-Lozano, Á., y Armendáriz-García, N. A. (2017). Funcionalidad familiar y consumo de alcohol en adolescentes de secundaria. *Health and Addictions/Salud y Drogas*, 17(1), 87–96.
- Barragán, M. A. B., Martínez, Á. M., Simón, M. M. d. M., Pérez-Fuentes, M. d. C., Molero, J. M. d. M., y Gázquez, L. J. J. (2016). Consumo de tabaco y alcohol en adolescentes y relación con la familia. *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 4(1), 49–61. doi: 10.1989/ejpad.v4i1.34
- Bellón, J. A., Luna del Castillo, J. D., Lardelli, P., Delgado, J., Luna, J. D., y Lardelli-Claret, P. (1996). Validez y fiabilidad del cuestionario de función familiar Apgar-Familiar. *Atención Primaria*, 18(6), 289–296.
- Castilla, H., Caycho, T., Shimabukuro, M., y Valdivia, A. (2014). Percepción del funcionamiento familiar: Análisis psicométrico de la Escala APGAR-familiar en adolescentes de Lima. *Propósitos y representaciones*, 2(1), 49–78.
- Consumo de drogas en los jóvenes de la ciudad de Guayaquil, Ecuador. (2010). *Revista Latino-Americana de Enfermería*, 18(SPEC. ISSUE), 598–605. doi: 10.1590/s0104-11692010000700016
- Cruz-Ramírez, V., Gómez-Restrepo, C., y Rincón, C. J. (2018). Salud mental y consumo de sustancias psicoactivas en adolescentes colombianos. *Health and Addictions / Salud y Drogas*, 18(1), 97–106. doi: 10.21134/haaj.v18i1.363
- Ferrel, F., Ferrel, L., Alarcón, A., y Delgado, K. (2016). El consumo de sustancias psicoactivas como indicador de deterioro de la salud mental en jóvenes escolarizados. *Psychologia*, 10(2), 43–54.
- Fuentes, M. C., Alarcón, A., García, F., y Gracia, E. (2015). Consumo de alcohol, tabaco, cannabis y otras drogas en la adolescencia: Efectos de la familia y peligro del barrio. *Anales de Psicología*, 31(3), 1000–1007. doi: 10.6018/analesps.31.3.183491
- Fuentes, M. C., Alarcón, A., García, F., y Gracia, E. (2015). Consumo de alcohol, tabaco, cannabis y otras drogas en la adolescencia: Efectos de la familia y peligro del barrio. *Anales de Psicología*, 31(3), 1000–1007.
- Gómez, F. J., y Ponce, E. R. (2010). Una nueva propuesta para la interpretación de Family apgar. *Atención Familiar*, 17(4), 102–106. doi: 10.22201/facmed.14058871p.2010.4.21348
- Hernández, T., Roldán, J., Jiménez, A., Mora, C., Sánchez-Garnica, D., y Pérez, M. (2009). La edad de inicio en el consumo de drogas, un indicador de consumo problemático. *Psychosocial Intervention*, 18(3), 199–212. doi: 10.5093/in2009v18n3a2
- Jordán Jinez, L., Molina, J., y Pillon, S. (2009). Uso de drogas y factores de riesgo entre estudiantes de enseñanza media. *Revista Latino-Americana de Enfermería*, 17(2), 246–252. doi: 10.1590/S0104-11692009000200017
- Linares, L., Linares, L., Alfonso, Y., y Linares, A. (2017). Caracterización del consumo de alcohol y cigarrillos en adolescentes de la escuela Ormani Arenado. *Revista Universidad Médica Pinareña*, 13(1), 4–14.
- Luengo, Á., Villar, P., Sobral, J., Romero, E., y Gómez-Fraguela, J. (2009). El consumo de drogas en los adolescentes inmigrantes: implicaciones para la prevención. *Revista Española de Drogodependencias*, 34(4), 448–479.
- Medina-Fernández, I. A., Medina-Fernández, J. A., Cervera-Baas, M. E., Candila-Celis, J., Cimé-Canul, N. d. J., y Yam-Sosa, A. V. (2018). Asociación entre el consumo de alcohol y tabaco y la percepción de la funcionalidad familiar en adolescentes de una zona suburbana de México. *Revista de Enfermería y Salud Mental*, 11, 13–21. doi: 10.5538/2385-703X.2018.11.13
- Molero-Jurado, M. d. M., Pérez-Fuentes, M. d. C., Gázquez-Linares, J. J., y Barragán-Martín, A. B. (2017, apr). Análisis y perfiles del consumo de drogas en adolescentes: percepción del apoyo familiar y valoración de consecuencias. *Atención Familiar*, 24(2), 56–61. doi: 10.1016/j.af.2017.02.001
- Moreno, N., y Palomar, J. (2017). Factores familiares y psicosociales asociados al consumo de drogas en adolescentes. *Interamerican Journal of Psychology*, 51(2), 141–151. doi: 10.30849/rip/ijp.v51i2.31
- Muchiri, B. W., y dos Santos, M. M. L. (2018, dec). Family management risk and protective factors for adolescent substance use in South Africa. *Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy*, 13(1), 24. doi: 10.1186/s13011-018-0163-4
- Ohannessian, C. M., Flannery, K. M., Simpson, E., y Russell, B. S. (2016, jun). Family functioning and adolescent alcohol use: A moderated mediation analysis. *Journal of Adolescence*, 49, 19–27. doi: 10.1016/j.adolescence.2016.02.009
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). *ASSIST, la prueba de detección de consumo de alcohol, tabaco y sustancias*.
- Ortiz, J. (1996). Uso de drogas en adolescentes guatemaltecos.

- tecós: Factores de riesgo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 28(2), 367–392.
- Picoito, J., Santos, C., Loureiro, I., Aguiar, P., y Nunes, C. (2019, dec). Gender-specific substance use patterns and associations with individual, family, peer, and school factors in 15-year-old Portuguese adolescents: a latent class regression analysis. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 13(1), 21. doi: 10.1186/s13034-019-0281-4
- Ramírez Ruiz, M., y Andrade, D. (2005). La familia y los factores de riesgo relacionados con el consumo de alcohol y tabaco en los niños y adolescentes (Guayaquil-Ecuador). *Revista latino-americana de enfermagem.*, 13(1), 813–818. doi: 10.1590/s0104-11692005000700008
- Romero, A. (2018, dec). Funcionalidad familiar y consumo de alcohol en adolescentes. *Revista Ciencia y Arte de Enfermería*, 3(1-2), 32–37. doi: 10.24314/rcae.2018.v3n1.07
- Saravia, J. C., Gutiérrez, C., y Frech, H. (2014). Factores asociados al inicio de consumo de drogas ilícitas en adolescentes de educación secundaria. *Revista Peruana de Epidemiología*, 18(1), 1–7.
- Simón, M., Fuentes, R., Garrido, M., Serrano, M., Díaz, M., y Yubero, S. (2020, jan). Perfil de consumo de drogas en adolescentes. Factores protectores. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 46(1), 33–40. doi: 10.1016/j.semerg.2019.06.001
- Šumskas, L., y Zaborskis, A. (2017, sep). Family Social Environment and Parenting Predictors of Alcohol Use among Adolescents in Lithuania. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1037. doi: 10.3390/ijerph14091037
- Tena-Suck, A., Castro-Martínez, G., Marín-Navarrete, R., Gómez-Romero, P., de la Fuente-Martín, A., y Gómez-Martínez, R. (2018). Consumo de sustancias en adolescentes: consideraciones para la práctica médica. *Medicina Interna de Mexico*, 34(2), 264–277. doi: 10.24245/mim.v34i2.1595
- Trujillo-Guerrero, T. J., Vázquez-Cruz, E., y Córdova-Soriano, J. A. (2016). Percepción de la funcionalidad familiar y el consumo de alcohol en adolescentes. *Atención Familiar*, 23(3), 100–103. doi: 10.1016/j.af.2016.07.003
- Uribe, L., y Mazariegos, J. (2018). Factores asociados al consumo de drogas en niños, niñas y adolescentes. *Revista Auspicada por el Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia*, 84(625), 15–22.

Dilatación endoscópica de estenosis esofágica en paciente con epidermólisis bullosa

Endoscopic dilation of esophageal stenosis in a patient with bullous epidermolysis

Luis Aguirre-Padilla^{1,*}, María Ugarte-Olvera¹, Fabián Bustamante-Albán¹, Ángel Obregón-Moreno¹ y Valeria Aguirre-Pardo²

¹ Servicio de Gastroenterología. Hospital Clínico Quirúrgico Hermanos Ameijeiras. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana, Cuba.

² Carrera de Medicina. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

² Autor para correspondencia: luismarcelo931028@gmail.com

Fecha de recepción del manuscrito: 10/12/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 21/12/2020

Fecha de publicación: 31/12/2020

Resumen—La Epidermólisis Bullosa es una enfermedad dermatológica genética de etiología autoinmune que se caracteriza por la fragilidad de piel y mucosas, con formación de ampollas al mínimo trauma, que cursa con manifestaciones digestivas. Se presenta un paciente masculino de 25 años de edad con antecedentes de Epidermólisis Bullosa desde la infancia, con cuadro clínico de disfagia de un mes de evolución asociado a pérdida de peso, diagnosticando por métodos radiológicos y endoscópicos la presencia de estenosis en esófago proximal. Se realizan dos sesiones de dilataciones endoscópicas con bujías de Savary Guillard de manera satisfactoria con buena respuesta. La estenosis esofágica secundaria a epidermólisis bullosa es rara, las dilataciones endoscópicas en este tipo de estenosis deben ser realizadas con precaución, para evitar la presencia de complicaciones, para ello se obtienen buenos resultados con bujías y con balón neumático.

Palabras clave—Epidermólisis Bullosa, anillos y membranas esofágicas, dilatación endoscópica..

Abstract—Epidermolysis bullosa is a genetic dermatological disease of autoimmune etiology that is characterized by fragility of the skin and mucous membranes, with formation of blisters with minimal trauma, which causes digestive manifestations. We present a 25-year-old male patient with a history of Epidermolysis Bullosa since childhood, with a one-month history of dysphagia associated with weight loss, diagnosing the presence of proximal esophageal stenosis by radiological and endoscopic methods. Two sessions of endoscopic dilations with Savary Guillard plugs were performed satisfactorily with good response. Esophageal stenosis secondary to epidermolysis bullosa is rare, endoscopic dilations in this type of stenosis must be done with caution, to avoid the presence of complications. Good results are obtained with spark plugs and with an air balloon.

Keywords—Bullous epidermolysis, esophageal rings and membranes, endoscopic dilation.

INTRODUCCIÓN

La Epidermólisis Bullosa (EB) es una enfermedad autoinmune de carácter genético caracterizada por fragilidad de la piel y mucosas, que desencadena en la formación de úlceras y ampollas en respuesta a traumatismos menores. Afecta a la piel y a varios sistemas incluidos el gastrointestinal, genitourinario, pulmonar y ocular (González *et al.*, 2009; Anderson *et al.*, 2018). Presenta una prevalencia de 1 de cada 17 000 a 50 000 con predilección por ambos sexos por igual, sin características raciales (González *et al.*, 2009; Anido *et al.*, 2014).

Existen tres formas principales de la enfermedad: la EB simple que representa el 92 %, la EB distrófica en 5 % y la EB de la unión el 1 % de los casos. Su diferenciación princi-

pal se debe al sitio de separación y formación de las ampollas en la piel, siendo en la membrana basal epidérmica, dentro de ella o por debajo de la misma, además de diferentes manifestaciones sistémicas en varios órganos (González *et al.*, 2009).

Se presenta el caso de un paciente de 25 años con epidermólisis bullosa distrófica previamente diagnosticada, con un cuadro clínico de disfagia. Se diagnostica mediante radiología baritada y endoscopia digestiva superior la presencia de una estenosis por anillos y membranas en el esófago proximal, y se realiza dilatación esofágica en varias sesiones con evolución satisfactoria.

PRESENTACIÓN DE CASO

Paciente masculino de 25 años de edad, mestizo, con antecedentes patológicos personales de epidermólisis bullosa diagnosticada en la infancia y con tratamiento, es consultado al servicio de gastroenterología por presentar disfagia de tipo continua a sólidos y parcialmente a líquidos, desde aproximadamente un mes, que ha producido una pérdida de peso de 4,5 kg.

En el examen físico se constata la presencia de lesiones cicatrizales debido a su enfermedad de base predominantemente en extremidades (Figura 1).



Fig. 1: Lesiones cutáneas de la epidermólisis bullosa en la mano del paciente.

El estudio por parte de gastroenterología inicia con la realización de un esofagograma baritado, en donde se observan estenosis, correspondiendo a tres defectos de llenos, lineales, de 2 a 4 mm de grosor, a la altura de C4 a C5 con el aspecto de membranas, además el aspecto del esófago superior se ve afinado con aspecto arrosariado (Figura 2).

Se realiza endoscopia digestiva alta bajo sedación, encontrando inmediatamente posterior al esfínter esofágico superior, a los 15 cm de la arcada dentaria, una estenosis anular, concéntrica, de tipo membrana, que no permite la progresión del equipo (Figura 3A y B).

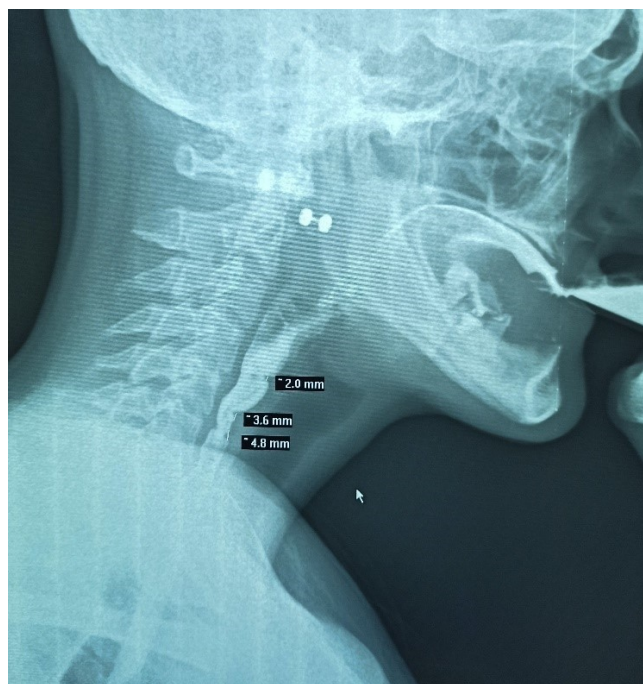


Fig. 2: Esofagograma baritado donde se observa la presencia de tres membranas a nivel de esófago superior, tomando una forma fina y con aspecto arrosariado que corresponden con los anillos.

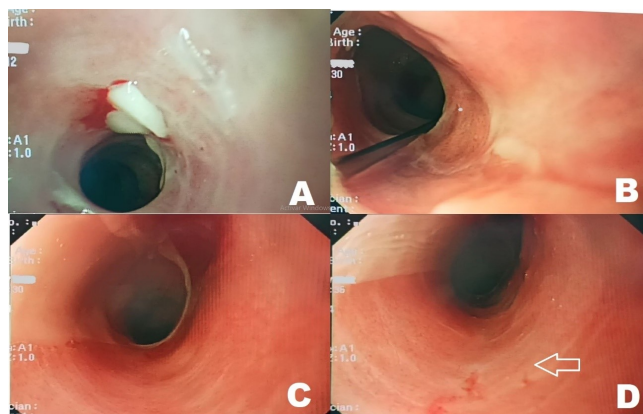


Fig. 3: Esofago en endoscopia digestiva superior. A. Estenosis en esófago proximal donde se evidencia una membrana esofágica, en el fondo se observan algunas membranas más. B. Paso de la guía metálica atraumática para la dilatación con bujías. C. Imagen endoscópica posterior a la dilatación, obsérvese las membranas rotas con sangrado escaso. D. Las imágenes concéntricas de color blanquecino corresponden a anillos (flecha).

Se procede inmediatamente a colocar guía metálica atraumática a través de la estenosis y sobre la misma se realiza dilatación con bujías tipo Savary Guillard, introduciendo progresivamente los calibres 5, 8 y 12 mm sin complicaciones. Se reintroduce el videoendoscopio permitiendo la progresión del mismo donde se observa que entre los 15 y 18 cm hay ruptura de membranas con sangrado escaso, además de anillos concéntricos (Figura 3C y D).

Se programa una segunda dilatación 15 días después encontrando una reestenosis en el mismo sitio, se realiza nueva dilatación con bujías de diámetro 10 mm, 12 mm y 15 mm de manera satisfactoria sin complicaciones, existiendo

un dolor torácico transitorio que se resolvió espontáneamente en 24 horas. Al momento, paciente en seguimiento durante 4 meses, no ha presentado episodios nuevos de disfagia, y ha recuperado el peso perdido.

DISCUSIÓN

La afectación esofágica de la EB se expresa principalmente como una complicación evidenciada por la estenosis esofágica, principalmente en el subtipo de EB distrófica recesiva, que se considera el tipo de afectación clínica más severa (Clavería, Rodríguez y Peña, 2015), aquí se encuentra alterada o disminuida la expresión del colágeno tipo VII (Anderson *et al.*, 2018) y afecta principalmente al gen COL7A1 (González *et al.*, 2009).

Esta afectación del esófago se presenta en 5 a 33% de los pacientes con EB (Anido *et al.*, 2014), siendo las principales manifestaciones la presencia de anillos y membranas ubicadas en la porción proximal del esófago, sin tener una clara fisiopatología de la producción de las mismas ni de la predilección de su ubicación, aunque existen teorías relacionadas con mecanismos inflamatorios y de autoinmunidad, o que son el resultado de lesiones ampollas que tienen a retraer (Moura *et al.*, 2011; Anido *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2019). En cuanto a la afectación proximal en el esófago, una probabilidad es que exista relación entre el segmento de musculatura estriada, la mayor fuerza de contracción y la fragilidad entre el epitelio estratificado escamoso y la membrana basal anclada por fibrillas donde el colágeno tipo VII es parte fundamental (Stewart *et al.*, 1991).

La estenosis esofágica en la EB se manifiesta clínicamente por disfagia, la cual puede ser intermitente o continua, predominantemente de sólidos debido a la obstrucción mecánica producida por los anillos y membranas, además de odinofagia, las cuales producen una pérdida de peso importante en los pacientes deteriorando su calidad de vida y produciendo una mal nutrición (Anido *et al.*, 2014; Anderson *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019).

Los estudios radiológicos aportan valiosa información en la EB con disfagia y sospecha de afectación esofágica ya que permiten visualizar imágenes típicas sugerentes de anillos o membranas (Anido *et al.*, 2014), permitiendo de esa manera la planificación de una endoscopia alta diagnóstica, así como planificar la terapéutica en los pacientes (Santos *et al.*, 2019).

Hasta el momento no existe cura para esta enfermedad (González *et al.*, 2009), sin embargo, cuando hay afectación del esófago, existen varias revisiones bibliográficas donde se realiza tratamiento endoscópico de la estenosis esofágica mediante dilatación con balón neumático o bujías tipo Savary Guillard, teniendo alguna preferencia por el balón por la menor tasa de efectos adversos, mejores resultados y menor riesgo de daño a la mucosa (Gollu *et al.*, 2017; Wei *et al.*, 2017), debido a la fuerza de acción radial aplicada en comparación con las bujías, las cuales ejercen una fuerza de tracción longitudinal en el esófago predisponiendo a un mayor daño en la misma (Moura *et al.*, 2011; Anido *et al.*, 2014; Anderson *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019).

Ambas técnicas son eficaces ya que disminuyen o desaparecen los síntomas permitiendo que el paciente retorne a su alimentación habitual, sin embargo, las estenosis recurrentes son necesarias varias sesiones de dilatación, lo que conlleva a un aumento en el riesgo de complicaciones del procedimiento (Anderson *et al.*, 2018). En el caso actual, al paciente se realizaron dos sesiones de dilatación con tres bujías de calibres diferentes no mayores a 3 mm entre sí, iniciando con la más fina y aumentando progresivamente de calibre, sin tener complicaciones mayores, y con un resultado excelente sin recurrencia de la estenosis.

Los principales efectos adversos en los pacientes sometidos a dilatación endoscópica en la EB incluyen vómitos (28%), fiebre (24%), dolor de cuello (21%), perforación (17%), complicaciones respiratorias (10%), dolor torácico (10%), infecciones (7%), sangrado, dolor abdominal y muerte en menor porcentaje (Anderson *et al.*, 2018). En nuestro paciente existió únicamente dolor torácico y de cuello que se resolvió dentro de las primeras 24 horas con analgésicos. La ventaja del tratamiento con dilataciones endoscópicas es que permite visualizar directamente la mucosa del esófago y decidir qué calibre de dilatadores o balón utilizar, además de visualizar directamente las complicaciones en el caso que sucedan (Santos *et al.*, 2019).

Los resultados de las dilataciones en los pacientes con EB son alentadores, existiendo buenos resultados luego de varias sesiones de dilatación, sin embargo, en los casos donde las estenosis son refractarias al tratamiento endoscópico se propone la inyección de agentes antifibróticos como el acetato de triamcinolona intralesional. Sin embargo, los datos son contradictorios observando ningún impacto en el número total de sesiones de dilatación (Santos *et al.*, 2019), mientras que otros autores señalan que inyecciones intralesionales en dosis de 40 mg en los 4 cuadrantes se obtienen beneficios importantes en casos refractarios ya que minimiza la fibrosis secundaria al trauma y permite en el área afectada la reparación de los tejidos (Moura *et al.*, 2011). La mayor parte de las estenosis refractarias son aquellas con longitud mayor a 12 mm y las múltiples (Kochhar y Poornachandra, 2010; Vidales y Abril, 2019), que son las más comunes en los pacientes con EB.

Además de la terapéutica endoscópica, se han planteado intervenciones farmacológicas que impiden la formación de las estenosis como los corticoides sistémicos, tópicos (Zanini *et al.*, 2014), inhibidores del colágeno, y bloqueadores del calcio, pero no han demostrado beneficios y aumenta la tasa de eventos adversos (Moura *et al.*, 2011; Anderson *et al.*, 2018).

El manejo nutricional en la EB con estenosis recurrentes o intratables por vía endoscópica es de suma importancia, teniendo que priorizarlos, realizando medidas como la colocación de gastrostomía endoscópica percutánea o quirúrgica, o realizando esofagectomía total con transposición del colon como método quirúrgico de elección en la EB, garantizando el aporte calórico adecuado, evitando de esa manera malnutrición (González *et al.*, 2009; Moura *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

La EB con afectación esofágica es una rara entidad en la práctica clínica diaria, siendo el tratamiento de elección de las estenosis la vía endoscópica, con excelentes resultados y un buen perfil de seguridad, ya sea con bujías como en el caso presentado, o con balón neumático, existiendo menor tasa de complicaciones en este último grupo.

Aun no existe consenso específico sobre el uso de agentes antifibróticos intralesionales asociado a las dilataciones en los casos refractarios, dejando a consideración del endoscopista o de la experiencia local en el uso de estos medicamentos.

REFERENCIAS

- Anderson, B., Feinstein, J., Kramer, R., Narkewicz, M., y Brumbaugh D., B. A. (2018). Approach and safety of esophageal dilation for treatment of strictures in children with epidermolysis bullosa. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 67(6), 701–705.
- Anido, V., Seijas, O., Hidalgo, A., Cantero, M., y Leonard I., G. N. (2014). Disfagia por anillos en una paciente con epidermolisis bullosa. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(2), 238–246.
- Gollu, G., Ergun, E., Ates, U., y Dindar H., C. O. (2017). Balloon dilatation in esophageal strictures in epidermolysis bullosa and the role of anesthesia. *Diseases of the Esophagus*, 30(3), 1–6.
- González, C., Pezoa, R., y Salas, J. (2009). Epidermolisis ampollosa congénita: revisión del tema. *Actas Dermosifiliogr*, 100(1), 842–856.
- Kochhar, R., y Poornachandra, K. S. (2010). Intralesional steroid injection therapy in the management of resistant gastrointestinal strictures. *World J Gastrointest Endosc*, 16(2), 61–68.
- Moura, E., Couto, S., Alvarado, H., da Costa-Martins B., Sallum, R., y Sakai P., A. E. (2011). Epidermolisis bullosa adquirida complicada por estenosis de esófago. tratamiento endoscópico con sondas termoplásticas e inyección intralesional de corticoesteroide. *Revista de Gastroenterología de México*, 76(3), 279–285.
- Santos, P., Simões, C., Lopes, J., y Velosa J., C. L. (2019). Endoscopic balloon dilation of oesophageal stenosis in a patient with recessive dystrophic epidermolysis bullosa. *Gastroenterol Hepatol*, 42(1), 28–29.
- Stewart, M., Woodley, D., y Briggaman, R. (1991). Epidermolysis bullosa acquisita and associated symptomatic esophageal webs. *Arch Dermatol*, 127(1), 373–377.
- Vidales, G., y Abril, M. (2019). Stent biodegradable como tratamiento de la estenosis esofágica benigna refractaria. *Rev Gastroenterol Peru*, 39(2), 164–170.
- Wei, Z., Ho, S., Jung, P., Shin, J., Kim, J., Cho, Y., y Kim S., K. P. (2017). Incidence and management of oesophageal ruptures following fluoroscopic balloon dilatation in children with benign strictures. *Eur Radiol*, 27(1), 105–112.
- Zanini, A., Guez, A., Salera, S., Farris, G., Morandi, A., Gentilino, V., . . . Esposito S. y Macchini, F. (2014). Oral viscous budesonide as a first-line approach to esophageal stenosis in epidermolysis bullosa: an open-label trial in six children. *Pediatr Drugs*, 16(5), 391–395.