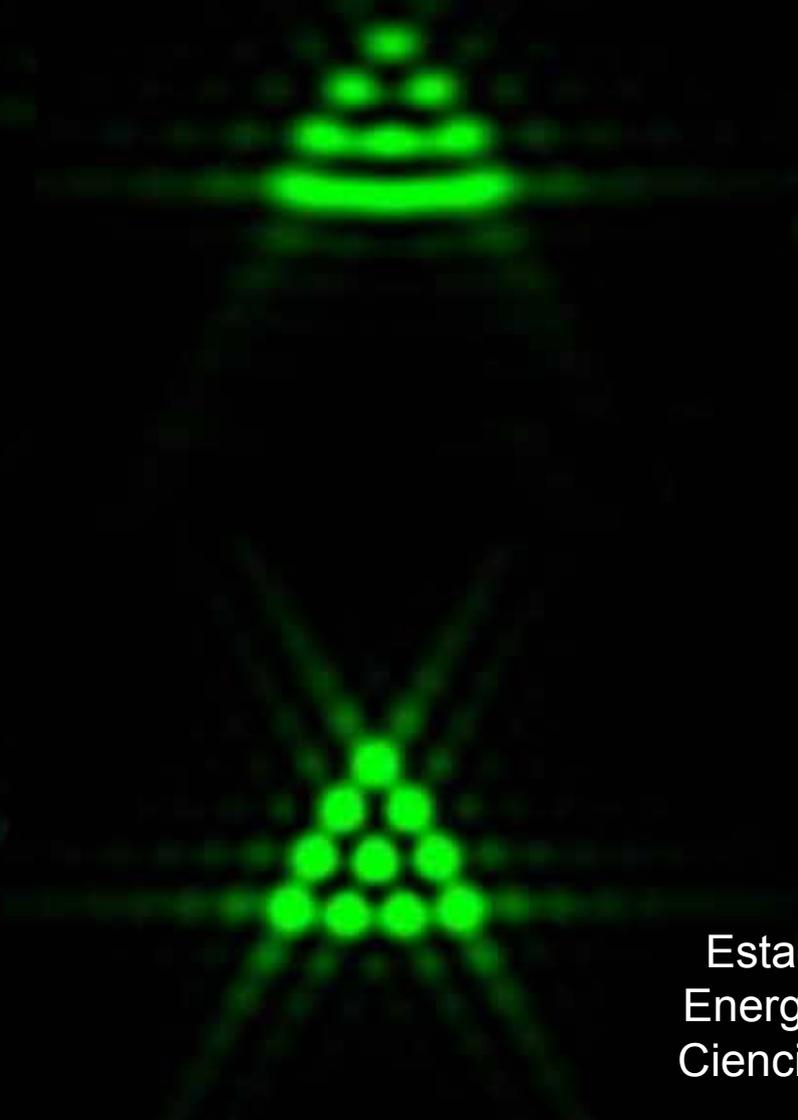




Perfiles

Perf: Número 13
Vol. 1-2015
ISSN 1390-5740
ISSN 2477-9105

Revista Científica de la Facultad de Ciencias



Física
Química
Matemática
Estadística Aplicada
Energías Alternativas
Ciencias Ambientales
Biotecnología
Fitofarmacia
Enfermedades Infecciosas
Nutrición y Bromatología



Autoridades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Ing. Rosa Elena Pino Neira
Rectora

Ing. Geovanny Novillo Andrade
Vicerrector Académico

Ing. Landy Ruiz
Vicerrectora de Investigación y Posgrado

Ing. Fausto Marcelo Donoso
Vicerrector Administrativo

Ing. Hugo Moreno Avilés PhD
Director del Instituto de Investigación

Dra. Nancy Veloz
Decana Facultad de Ciencias

Revista Internacional Arbitrada
Distribución libre

CORRESPONDENCIAS Y SUSCRIPCIONES:

Revista PERFILES
Panamericana Sur, km 1 ½
Riobamba, Ecuador
Telef.: (593) (03) 2998200 ext 161
Correo electrónico: revistaperfiles@epoch.edu.ec

PERFILES (ISSN 1390-5740) es una revista científica semestral publicada por la
Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
ESPOCH, Riobamba – Ecuador
Año XIX
Número 13

CUERPO EDITORIAL:

PRESIDENTE

Dr. Celso Guillermo Recalde Moreno
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Facultad de Ciencias (Riobamba, Ecuador). crecalde672000@yahoo.com

EDITOR GENERAL

Dr. Manuel Morales Yuste
Universidad de Granada
Facultad de Farmacia (Granada, España). manumorayus@hotmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Benito del Castillo García
Universidad Complutense de Madrid
Académico Numerario de la Real Academia de Farmacia (Madrid, España)

Dr. Salvador González Carcedo
Universidad de Burgos
Facultad de Ciencias (Burgos, España)

Dr. Andrés León Leal
Universidad de los Andes
Facultad de Farmacia y Bioanálisis (Mérida, Venezuela). leonand@ula.ve

Dr. Félix D. Andueza Leal
Universidad de los Andes
Facultad de Farmacia y Bioanálisis (Mérida, Venezuela). anduezaf@ula.ve

Dr. Francisco Morillas Márquez
Universidad de Granada
Facultad de Farmacia (Granada, España). fmorilla@ugr.es

Dr. César A. Cisneros Ramírez
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría
Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (La Habana, Cuba). cesar@ceter.cujae.edu.cu

Dr. David Jaramillo Abril
Universidad Nacional de Chimborazo
Instituto de Ciencia e Innovación, Tecnología y Saberes (Chimborazo, Ecuador). djaramillo@unach.edu.ec

Dr. Jorge L. Mírez Tarrillo
Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, Perú). jmirez@uni.edu.pe

Dr. Carlos F. Ávila Vega
Escuela Politécnica Nacional
Facultad de Ingeniería Mecánica (Quito, Ecuador). cavila67@caltech.edu

Dra. Jenny M. Moreno Mora
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Facultad de Ciencias (Riobamba, Ecuador). jennymorenom@yahoo.com

Dr. Plácido Moreno Beltrán
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo
Facultad de Informática y Electrónica. (Riobamba, Ecuador). placidomorenobeltran@gmail.com

COMITÉ CIENTÍFICO

DIRECTOR

Dr. Juan Marcelo Ramos Flores
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Facultad de Ciencias (Riobamba, Ecuador). jmarceloramos@gmail.com

MIEMBROS

Dr. Gerardo E. Medina Ramírez
Universidad de los Andes
Facultad de Farmacia y Bioanálisis (Mérida, Venezuela). medinag47@gmail.com

Dra. Adriana C. Rincón Alarcón
Universidad de los Andes
Facultad de Farmacia y Bioanálisis (Mérida, Venezuela). rinconadri@yahoo.com

Dra. Morella L. Guillén Ferraro
Universidad de los Andes
Facultad de Farmacia y Bioanálisis (Mérida, Venezuela). morellaguillen@hotmail.com

Dr. José Mejía López
Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Física (Santiago, Chile). jmejia@puc.cl

Dr. Electo E. Silva Lora
Universidad Federal de Itajubá
Instituto de Ingeniería Mecánica (Itajubá, Brasil). electo@unifei.edu.br

Dr. Rubén Mario Caffera
Universidad de la República
Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay). rmcaffera@yahoo.com

Dr. John Martin Evans
Universidad de Buenos Aires
Facultad de Arquitectura (Buenos Aires, Argentina). evansjmartin@gmail.com

Dra. Silvia de Schiller
Universidad de Buenos Aires
Facultad de Arquitectura (Buenos Aires, Argentina). sdeschiller@gmail.com

Biofísica Natali Alejandra Chávez Oleas
Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
Dirección de Aplicaciones Nucleares (Quito, Ecuador). natali.chao@gmail.com

Dr. Freddy Benalcázar
Hospital José Carrasco Arteaga IESS (Cuenca, Ecuador). f.benalcazar@yahoo.es

Dr. Robert Guzmán
Universidad de la Frontera
Departamento de Ciencias Físicas. (Temuco, Chile) robert.guzman@ufrontera.cl (Chile)

DISEÑO

Centro de Apoyo Diseño Editorial ESPOCH
William Geovanny Chicaiza Parco. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Informática y Electrónica (Chimborazo, Ecuador). williamch693@gmail.com

CONTENIDO

DECODIFICACIÓN BASADA EN LA DIFRACCIÓN POR EL BORDE DE UNA PELÍCULA NANOMÉTRICA PARA HACES CON MOMENTO ANGULAR ORBITAL Jesús-H. Mendoza-Castro, Jaime-G. Barrero-Pérez y Yezid Torres-Moreno	4
APORTE A LA MITIGACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE EL USO DE MICROORGANISMOS PARA REDUCIR LA PRODUCCIÓN DE METANO EN RUMIANTES Byron Díaz, Sandra Castañeda, Gloria Endara	10
EL ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIADOS EN ACCIÓN: BUSCANDO PATRONES DE CONSUMO DE ALIMENTOS EN EUROPA OCCIDENTAL Robert A. Cazar y Roberto Todeschini	18
EVALUACIÓN DE RANGOS DE TOLERANCIA DE RADIACIÓN IONIZANTE SEGÚN LA NORMA L21-OIEA EN UN ÁREA NEONATOLÓGICA DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE AMBATO Jéssica Núñez y Pedro Escudero	24
SENSIBILIDAD A RADIACIÓN GAMMA DE SEMILLAS DE TOMATE <i>SOLANUM LYCOPERSICUM</i> EN TIEMPOS DISCRETOS María Andrade y Fernando Escudero	30
FRECUENCIA DE LA ENFERMEDAD BENIGNA DE LA GLÁNDULA MAMARIA MEDIANTE ESTUDIO CITOLÓGICO Mercedes López, Morella Guillén y Morelva Toro	35
CARTA DE MOTIVACION PARA COMUNIDAD ESPOCH – ECUADOR Jorge Mírez	41
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES	43

DECODIFICACIÓN BASADA EN LA DIFRACCIÓN POR EL BORDE DE UNA PELÍCULA NANOMÉTRICA PARA HACES CON MOMENTO ANGULAR ORBITAL

^{1,2}Jesús-H. Mendoza-Castro, ²Jaime-G. Barrero-Pérez y ¹Yezid Torres-Moreno

¹GOTS, Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales, Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, A.A.678, Bucaramanga, Colombia. ²E3T, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, A.A.678, Bucaramanga, Colombia.

Resumen

El Momento Angular Orbital (MAO), está relacionado con la distribución espacial del frente de onda. Estos frentes de onda se producen frecuentemente usando hologramas tenedor mediante un modulador espacial de luz. Esta propiedad de la onda permite codificar información que al transmitirse le confiere inmunidad a la interferencia electromagnética y permite un aumento considerable en el ancho de banda, la cadencia y la capacidad, al canal de comunicación. Este trabajo estudia, mediante simulación numérica e implementación experimental, un sistema optoelectrónico de decodificación basado en el patrón de difracción de Fraunhofer del haz Bessel-Gauss con carga topológica entera por un borde de espesor nanométrico, visto a través de una abertura triangular equilátera. Se reporta una nueva regla sencilla para determinar la carga topológica, signo y valor, basada en el perfil de intensidad del haz MAO difractado.

Palabras claves: decodificación, MAO, optoelectrónica, película nanométrica, holograma de tenedor

Abstract

The Orbital Angular Momentum (OAM) relates the spatial distribution of the light beam wavefront. These wavefronts are produced frequently through a Fork-type hologram recorded in a spatial light modulator. This wave property allows to code information when is transmitted in a communication channel, giving immunity to electromagnetic interference; increasing significantly their bandwidth, cadence and capacity. This paper studies, by numerical simulation and experimental implementation, a decoding optoelectronic device based in the Fraunhofer diffraction pattern of integer OAM Bessel-Gauss beams, diffracted by a nanometric thickness straight edge and seen through a triangular equilateral aperture. A new simple rule is proposed to find the topological charge, sign and value, based on the intensity profile of OAM diffracted beam.

Keywords: decoding, orbital angular momentum, optoelectronics, nanometric thickness film, fork hologram

INTRODUCCIÓN

Haces ópticos con Momento Angular Orbital (MAO) poseen una estructura de fase de la forma $e^{im\theta}$ donde m es la carga topológica (CT) del haz, que puede tomar valores enteros (1). Estos haces tienen gran potencial para generar y mejorar, entre otras aplicaciones existentes en la ingeniería, las comunicaciones ópticas (2); ya que no se necesita interrumpir el haz de luz para el traspaso de datos, confiere inmunidad a la interferencia electro-

magnética, aumenta el ancho de banda, la tasa de transmisión y la capacidad de información transmitida por el canal, haciendo más eficiente el proceso de codificación (2). Debido a estas propiedades, es necesario, profundizar en el estudio de la detección de la carga topológica (CT). Dentro de las técnicas actuales están la interferometría (3, 4) y el tratamiento digital de imágenes (5, 6);

sin embargo, es posible encontrarla de una manera sencilla a partir del patrón de difracción asociado a una abertura triangular (7). Simulaciones numéricas y experimentales del patrón de difracción por un borde y en campo lejano de un haz con carga topológica entera, visto desde una abertura triangular equilátera, son presentadas a continuación. De esta manera se estudia la estructura de un sistema optoelectrónico que usa dichos patrones, basado en la adquisición de perfiles de intensidad que permiten discriminar la información contenida en el frente del haz MAO. Estudios recientes han estado enfocados a la determinación de la carga topológica en haces Bessel-Gauss (8).

MATERIALES Y MÉTODOS

Considere un haz Bessel-Gauss con carga topológica entera m como haz incidente, para el cual la descripción de la amplitud del campo está dada por (8):

$$U(\rho, \theta, z_0) = c_0 e^{-\frac{\rho^2}{2w^2(z_0)}} e^{im\theta} \rho \left[I_{\left(\frac{m-1}{2}\right)}\left(\frac{\rho^2}{2w^2(z_0)}\right) - I_{\left(\frac{m+1}{2}\right)}\left(\frac{\rho^2}{2w^2(z_0)}\right) \right]$$

Con $c_0 = t \frac{\sqrt{\pi}}{2w_0} e^{i\frac{z}{z_r}} e^{i\frac{3\pi m}{2}} e^{ikz_0}$ una constante, $w(z_0)$ el radio del haz a la altura del plano de la abertura, $R(z) = z[1 + (z_r/z)^2]$ el radio del frente de onda, $z_r = kw_0^2/2$ el rango de Rayleigh, w_0 la cintura del haz, k el número de onda del haz monocromático e $I_{\left(\frac{m-1}{2}\right)}$ es la función modificada de

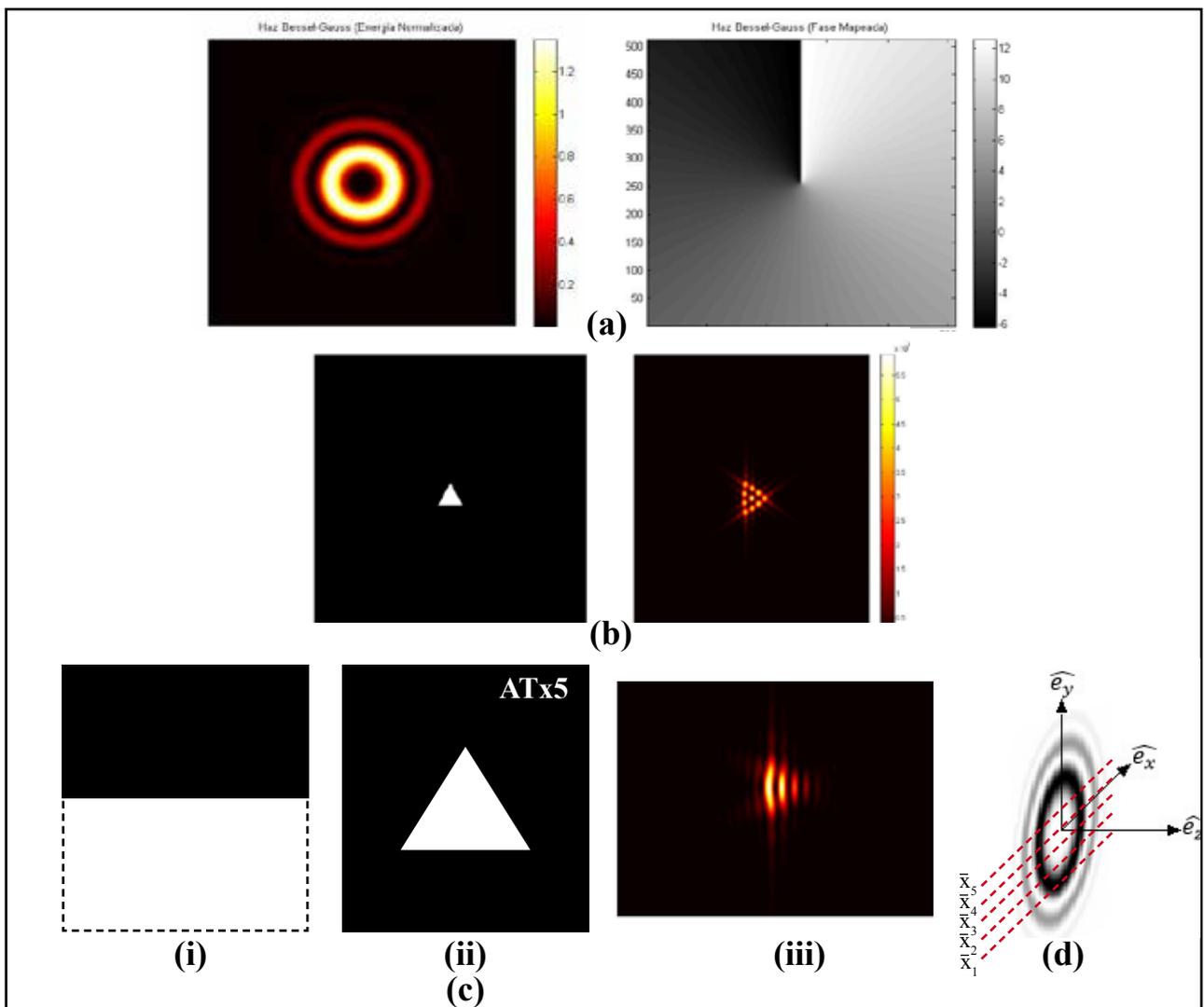


Figura 1. Magnitud y Fase de un haz Bessel-Gauss, con carga topológica $m=3$. (b) Patrón de difracción de un haz MAO con CT, $m=3$, al pasar a través de una abertura triangular equilátera. (c) Patrón de difracción de un haz MAO con carga topológica $m=3$, por un borde (i), usando para evaluar la carga topológica del haz una abertura triangular AT (ii) y los resultados de su simulación (iii). (d) Posiciones sucesivas verticales del borde nanométrico utilizado, respecto al vórtice óptico del haz MAO

Bessel. El término $e^{im\theta}$ es el momento angular orbital, de manera que el valor de m indica, el número de rotaciones del frente de onda sobre el eje de propagación, es la carga topológica (ver Fig.1 (a)). Esta ecuación describe la distribución de campo a una distancia $z = z_0$, en donde se encuentra ubicada la abertura triangular equilátera AT, que proporciona, un método simple y sencillo para la determinación de la magnitud y el signo de la carga topológica del vórtice óptico, mediante el conteo de manchas luminosas a lo largo de uno de sus lados (7, 8) (ver Fig.1 (b)). Cuando el haz MAO se difracta en campo lejano por un borde nanométrico, centrado sobre el eje óptico del sistema, y visto a través de AT, se produce un patrón de líneas característico, que ofrece una interpretación alternativa para encontrar la magnitud y el signo del estado de fase de dicho haz (ver Fig.1 (c)). Desde la simulación, esto se logra a partir de zonas transparentes (1) y oscuras (0), que describen la vía libre o el obstáculo, respectivamente. Experimentalmente se fabricaron películas nanométricas, de transmitancia en intensidad muy cercana a cero (TiO_2), crecidas sobre SrTiO_3 pulidos por ambas caras, a una temperatura de $500\text{ }^\circ\text{C}$ con una presión de 2,0 y $2,5 \times 10^{-2}$ mbar en una atmósfera de Ar, y con una potencia de la fuente de deposición de 50 W, con un tiempo de crecimiento de una hora, para producir un espesor comparable a la longitud de onda (~ 660 [nm]). El patrón de líneas en campo lejano, resultado de la interacción vórtice-borde visto con la ayuda de la apertura AT, es analizado a través del perfil de intensidad de la imagen adquirida por computador mediante una cámara CCD. Este evidencia disimetría horizontal variable, en

función de la posición del borde respecto del eje óptico. Por esta razón se realizó un barrido micrométrico reteniendo cinco posiciones verticales de la película (ver Fig. 1 (d)), con el fin de identificar la posición que ofrece mayor simetría. A partir del análisis de dichos perfiles se propone una regla de identificación basada en el conteo de máximos, referidos al máximo absoluto y entre picos laterales simétricos que, desde el punto de vista de su futura implementación, es automatizable.

RESULTADOS

Numéricamente se obtienen, para la difracción en campo lejano (Transformada de Fourier del campo electromagnético difractado) del haz MAO con $CT=3$ por el borde, para diferentes posiciones verticales relativas al eje óptico, los patrones de la Fig. 2. Se traza un perfil a los distintos patrones como se muestra en la Fig. 3., donde se verifica la disimetría existente. Se evalúa el error de simetría entre máximos laterales que aparentan ser simétricos, para las cinco posiciones del borde (etiquetadas como $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4, \bar{x}_5$) y se muestra en el Cuadro 1. Con este criterio se contrastan los perfiles de

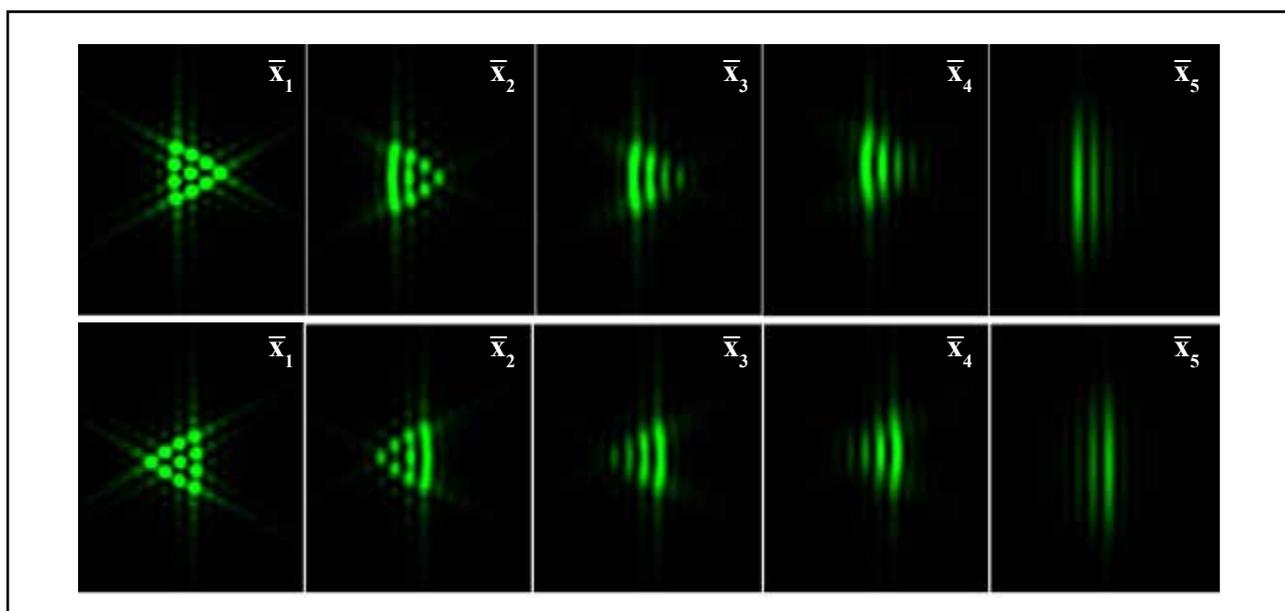


Figura 2. Figuras de difracción asociadas a las cargas topológicas $m=\pm 3$ para cinco posiciones verticales relativas al vórtice óptico de un haz MAO

\bar{x}_2 y \bar{x}_4 , de manera que al ver la posición del máximo global respecto al centro de la trama, es posible identificar el signo de la carga topológica, de manera fácil y efectiva en el perfil de \bar{x}_4 . Numéricamente se hacen difractar haces MAO con CT desde $m = \pm 1 \rightarrow \pm 5$, obteniendo las figuras de difracción mostradas en la Fig. 4. La implementación experimental se realizó con el dispositivo esquematizado en la Fig. 5. Obteniendo las figuras de difracción de campo lejano mostradas en la Fig. 6. Una vez verificada la concordancia entre los perfiles obtenidos por simulación numérica y los obtenidos experimentalmente, se encuentran las medidas de disimetría que permiten proponer una nueva regla de identificación de CT:

$$CT = N_{mi} - 1; m_i > \gamma \pm \beta; \quad (2)$$

Donde N_{mi} representa el número de máximos, que cumplen la condición para m_i , mayor que el umbral γ con una tolerancia β (umbral de simetría).

DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos es posible mejorar significativamente la técnica para la detección de la carga topológica, magnitud y signo, eliminando el uso de óptica adicional (reduciendo costos y tamaño físico a los dispositivos). La regla propuesta en la expresión (2) es sencilla y puede implementarse en tiempo real. El sistema estudiado hasta ahora, permite asociar ocho estados de fase en una combinación de qubits (establecidos a partir de la CT del haz, $m = \pm 1 \rightarrow \pm 4$); evidenciando así, la ventaja en el aumento de la capacidad de información, ya que la transmisión a nivel de capa física no se daría bit a bit.

CONCLUSIONES

Se demuestra la correspondencia entre las figuras de difracción de Fraunhofer

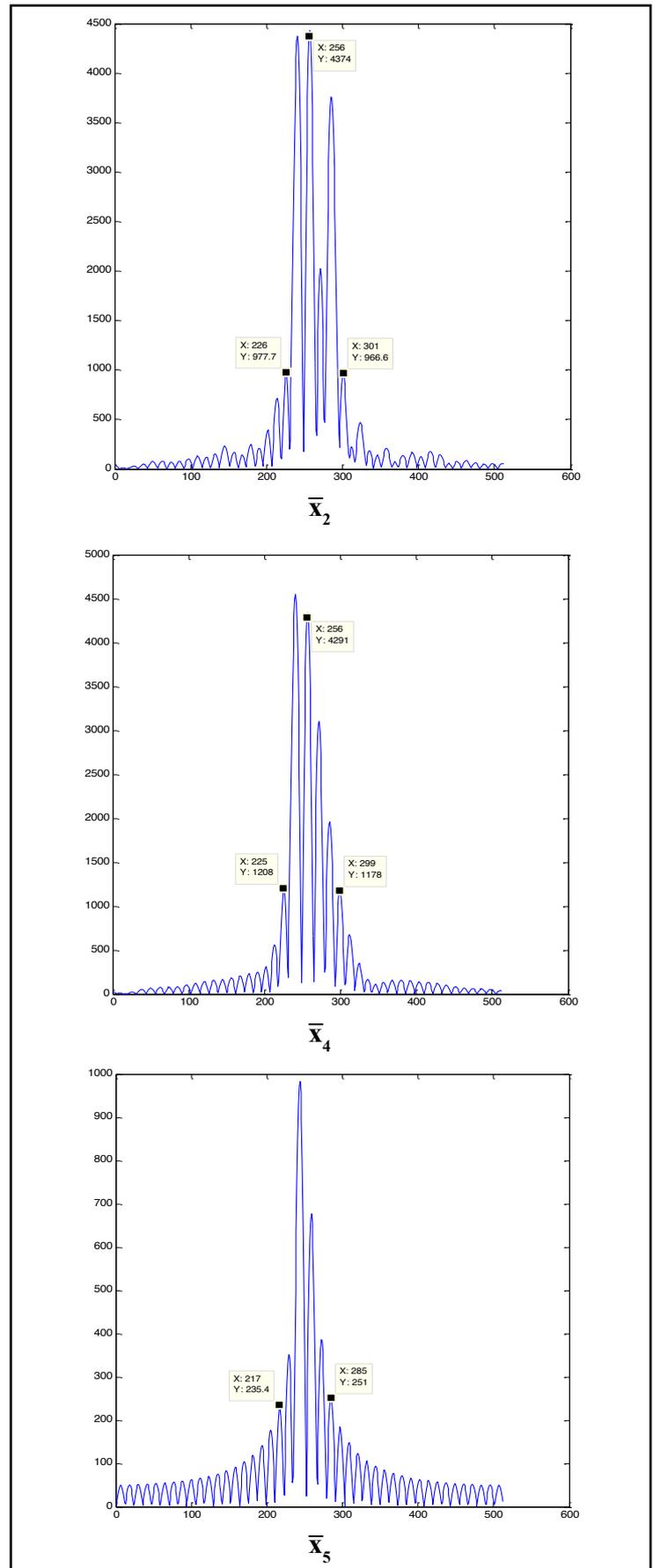


Figura 3. Perfiles horizontales de intensidad para los patrones de difracción asociados a la interacción del haz MAO con carga topológica tres positiva, por un borde nanométrico en tres posiciones diferentes, visto a través de la abertura triangular AT y al centro de la figura de difracción al vórtice óptico de un haz MAO

	Máximo Izquierdo	Máximo Derecho	Error de Simetría
\bar{x}_1	321,6	1026,0	68,65%
\bar{x}_2	977,7	966,6	1,13%
\bar{x}_3	1179,0	1239,0	4,8%
\bar{x}_4	1208,0	1178,0	2,48%
\bar{x}_5	865,0	773,3	10,60%

Cuadro 1. Error de simetría cuantificado entre los primeros lóbulos laterales coincidentes, respecto al centro para el perfil del patrón de difracción del haz con carga topológica tres positiva

obtenidas por simulación y las obtenidas experimentalmente para haces luminosos con MAO entero, por el borde de una película gruesa ($>\lambda$) y de diferente espesor nanométrico.

Para haces MAO entero que difractan por el borde de la película gruesa y vistos a través de una abertura triangular equilateral, es posible discernir el valor de su carga topológica así

como su signo, a partir de la validación de la nueva regla propuesta para la determinación del estado de la fase del haz.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), de la Universidad Industrial de Santander por el apoyo al proyecto: “Descripción general alternativa del momento angular total, orbital y de spin, en óptica no-paraxial”, con código 1788. A Colciencias por su apoyo económico a través del proyecto. “Dispositivos ópticos de alta dimensionalidad QKD (Quantum Key Distribution) basados en el momento orbital de la luz”, código: 110256934957.

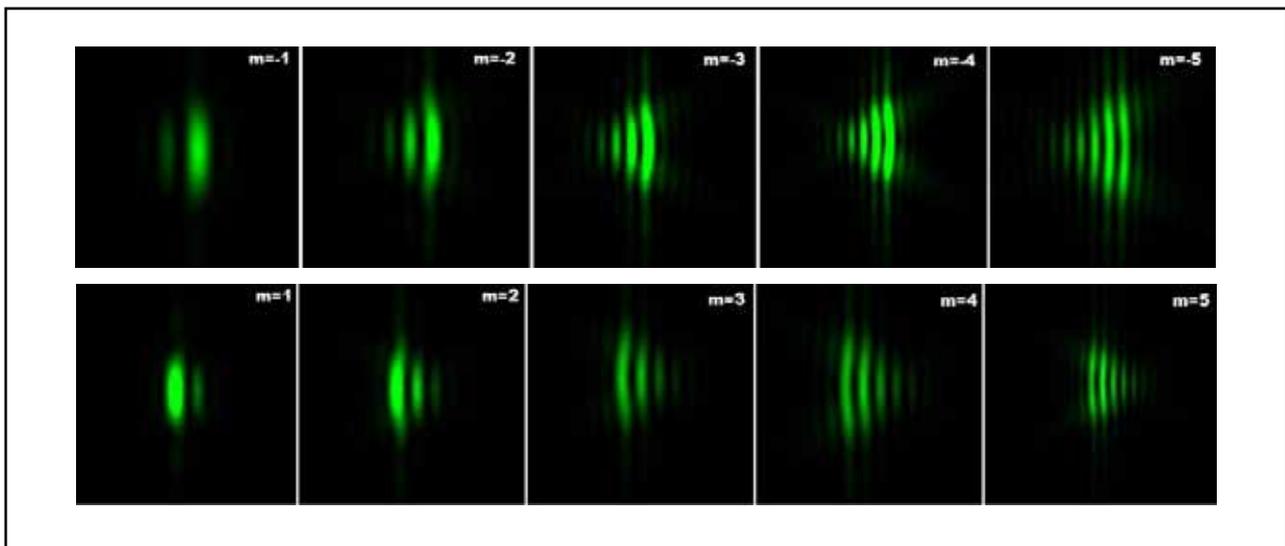


Figura 4. Difracción en campo lejano de un haz MAO entero, $m=\pm 1 \rightarrow \pm 5$, por el borde de la película gruesa, vista a través de AT (resultados simulados)

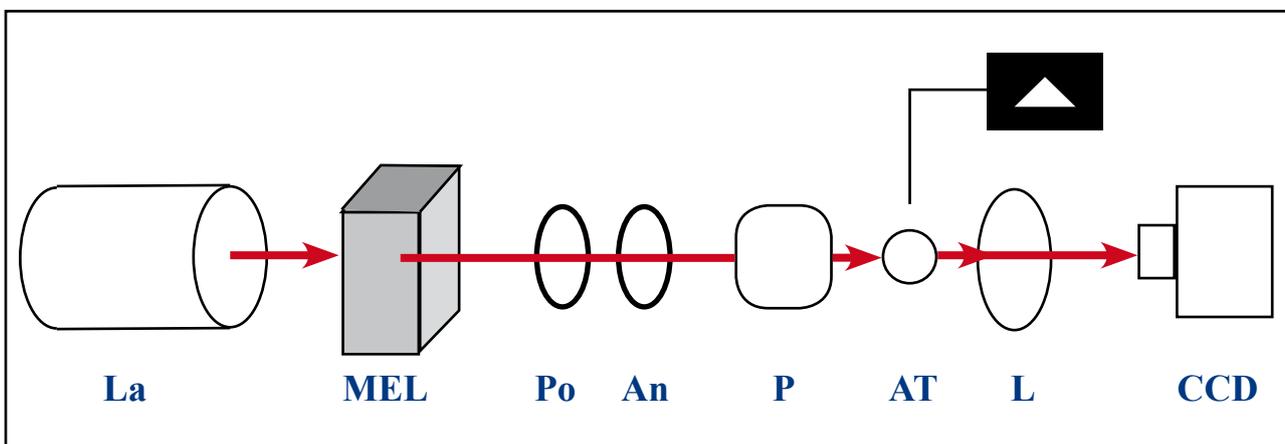


Figura 5. Esquema del montaje experimental: Láser (La), Modulador Espacial de Luz (MEL), Polarizador (Po), Analizador (An), La película gruesa (P), Abertura triangular (AT), Lente de Fourier (L) y cámara CCD

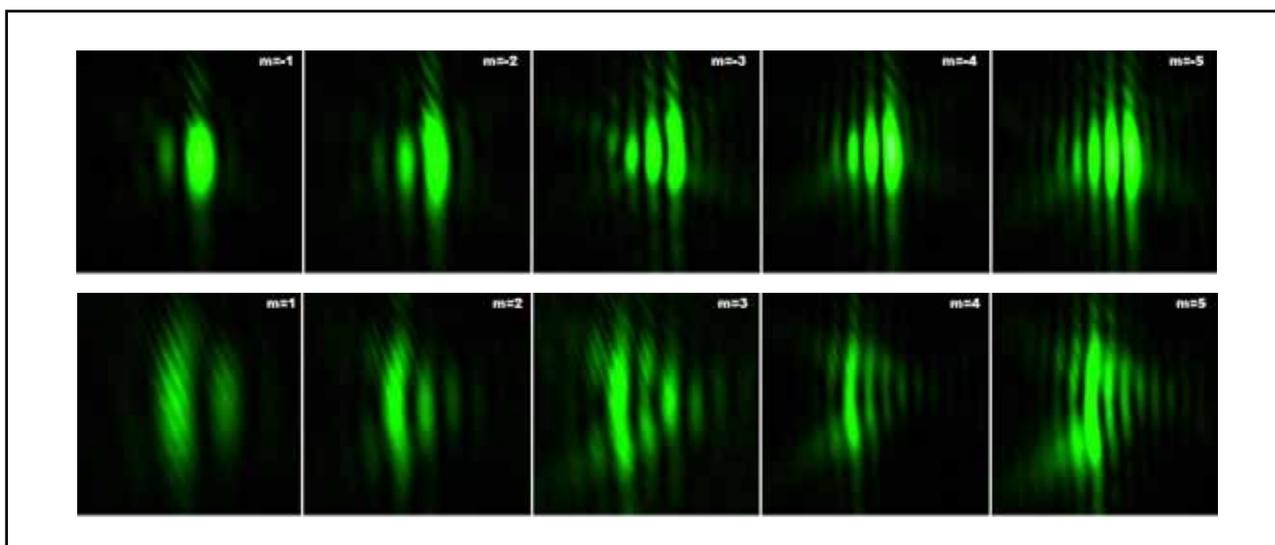


Figura 6. Difracción en campo lejano del haz MAO, $m=\pm 1 \rightarrow \pm 5$, por el borde de la película ($T_i=0,2\%$); vista a través de AT

Referencias

1. Allen L, Beijersbergen M, Spreeuw R, Woerdman J. Orbital angular momentum of light and transformation of Laguerre-Gaussian Laser Modes. *Physical Review A*. 1992; 45(11): 8185-8189.
2. Wang J et Al. Terabit free-space data transmission employing orbital angular momentum multiplexing. *Nature Photonics*. 2012; 6:488-496.
3. Acevedo Cáceres, CH. Análisis Teórico-Experimental de un haz con Momento Angular Orbital. Trabajo de investigación en maestría en física. 1ª ed. Bucaramanga, Colombia. Facultad de Ciencias, Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander-UIS; 2012.
4. Acevedo CH, Díaz CF and Torres Y. Intensidad de un haz de luz con momento angular orbital entero y no entero en campo lejano. *Ingeniería y Desarrollo*, 2014; 32(2): 161-178.
5. Díaz Meza, CF. Modelado de un Sistema Optoelectrónico para la Codificación de Información a través del Momento Angular Orbital de la Luz. Trabajo de investigación de maestría en ingeniería electrónica. 1ª ed. Bucaramanga, Colombia. Facultad de Ingeniería Físico-mecánicas, Escuela E3T, Universidad Industrial de Santander-UIS; 2012.
6. Martelli P., Gatto A., Boffi P. and Martinelli M. Free-space optical transmission with orbital angular momentum division multiplexing, *Electronics Letters*. 2011; 47(17): 972-973.
7. Hickmann JM, Fonseca EJS, Soares WC, Chávez-Cerda S. Unveiling a truncated optical lattice associated with a triangular aperture using light's orbital angular momentum. *Phys. Rev. Lett*. 2010; 105(5):053904-1-053904-4.
8. Acevedo CH, Diaz CF, Torres-Moreno Y. Determinación de la carga topológica de un haz Bessel-Gauss mediante el patrón de difracción a través de una abertura triangular equilátera. *Dyna*, 2015; 82(190):214-220.

APORTE A LA MITIGACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE EL USO DE MICROORGANISMOS PARA REDUCIR LA PRODUCCIÓN DE METANO EN RUMIANTES

Byron Díaz; Sandra Castañeda; Gloria Endara

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias,
Laboratorio de Biotecnología animal, Ecuador
E-mail: holabyron@yahoo.es

R esumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de preparados con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y Levica 25 viables sobre los metanógenos y la metanogénesis ruminal *in vitro*. Se compararon tres tratamientos: C) *Cynodon nlemfuensis* (Pasto estrella) como control, S) *Cynodon nlemfuensis* + *Saccharomyces cerevisiae* y L) *Cynodon nlemfuensis* + Levica 25, todos con líquido ruminal de búfalo adulto macho y se valoraron mediante técnicas estándares de laboratorio indicadores microbiológicos y fermentativos a las 8,12 y 24 horas de fermentación, bajo diseño completamente aleatorizado en arreglo bifactorial 3x3 (tres tratamientos con tres horarios de muestreo), con cuatro repeticiones para cada tratamiento, en total 36 unidades experimentales representadas por botellas de vidrio de 100 mL cada una. Existieron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) entre tratamientos y entre horarios evaluados para los indicadores: población de metanógenos, producción de gas metano, bacterias celulolíticas, bacterias viables totales, protozoos y pH. La utilización de levaduras como suplemento en la dieta de rumiantes mejora el aprovechamiento del alimento con incremento de la población de bacterias celulolíticas y disminución de la población de bacterias metanogénicas y gas entérico, lo cual es un aporte interesante a la mitigación de la contaminación ambiental. La levadura Levica 25 resultó más eficiente. Se recomienda utilizar preparados de *Saccharomyces cerevisiae* y Levica 25 en rumiantes mayores para disminuir la metanogénesis en el rumen e incrementar la población de bacterias celulolíticas.

Palabras claves: celulolítico, levadura, metanogénesis, metanógeno, ruminal

A bstract

The aim of this study was to evaluate the effect of yeast prepared *Saccharomyces cerevisiae* and Levica -25 viable on ruminal methanogens and methanogenesis *in vitro*. Three treatments were compared: C) *Cynodon nlemfuensis* (Star grass) as control S) *Cynodon nlemfuensis* + *Saccharomyces cerevisiae* and L) Levica-25 + *Cynodon nlemfuensis*, all with rumen fluid from adult male buffalo, they were evaluated using standard laboratory techniques for microbiological and fermentation indicators at 8,12 and 24 hours of fermentation, under completely randomized design with bifactorial arrangement 3x3 (three treatments with three sampling times), with four replicates for each treatment, a total of 36 experimental units represented by glass bottles of 100 mL each. There were statistical differences ($P \leq 0.01$) between treatments and between times assessed for indicators: population of methanogens, produce methane gas, cellulolytic bacteria, total viable bacteria, protozoa and pH. Using yeast as a supplement in the diet of ruminant feed utilization improvement with increasing population of cellulolytic bacteria and decreasing the population of methanogenic bacteria and enteric gas, which is an interesting contribution for mitigation of environmental pollution. The yeast Levica-25 was more efficient. We recommend using *Saccharomyces cerevisiae* and Levica 25 preparations in large ruminants to decrease methanogenesis in the rumen and increase the population of cellulolytic bacteria.

Keywords: cellulolytic, yeast, methanogenesis, methanogenic, ruminal

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes producen alrededor del 97% del metano generado por los animales domésticos; lo hacen en su rumen como consecuencia inevitable de la fermentación microbiana de los carbohidratos ingeridos en la dieta, estimándose una producción de 300 – 600 L.dia⁻¹ de metano, en rumiantes adultos (1).

El metano es el responsable del 18% del efecto invernadero producido en la atmósfera (2). Se emite mediante el eructo y la cantidad que se libera depende del volumen y tipo de alimento que consumen los rumiantes, siendo su producción menor cuando las dietas tienen bajas cantidades de fibra (3).

El metano que emiten los rumiantes no solo constituye un problema ecológico, sino que también contribuye a la pérdida de energía del alimento, lo que trae como consecuencia una disminución de la productividad de los animales, estimándose que más del 10% de la energía bruta que contienen los alimentos se pierde en forma de metano (4).

Se ha demostrado en rumiantes que las prácticas de alimentación que aumenten el consumo y la velocidad de digestión o acorten el tiempo de permanencia de los alimentos en el rumen disminuyen la producción de metano por unidad de forraje digerido. Al respecto, el empleo de preparados microbianos con levaduras viables constituye una atractiva opción, siendo una posibilidad estudiada para reducir la producción de metano en el rumen. El empleo de aditivos con levadura *Saccharomyces cerevisiae* (5), determinó que esta levadura es capaz de activar la población microbiana ruminal e indicó que otras levaduras, entre las que se destaca Levica 25, pueden producir potencialmente efectos superiores a la *Saccharomyces cerevisiae*. Es bien reconocido que la dieta y principalmente, el contenido de fibra influyen en la densidad poblacional de metanógenos en el rumen. Así, menor cantidad de bacterias

metanogénicas se detectarán en el rumen de animales alimentados con concentrado en relación a los alimentados con forraje (6).

El empleo de aditivos microbianos con levaduras viables es una opción válida para contrarrestar la población de metanógenos, debido a su importante papel como manipuladoras de la fermentación ruminal, lo que provoca incremento de bacterias celulolíticas que permiten mejor digestión y consecuentemente mayor aprovechamiento de los nutrientes del alimento. Por estas consideraciones, en la presente investigación se planteó evaluar el efecto de preparados de levaduras a partir de *Saccharomyces cerevisiae* y Levica 25 sobre la metanogénesis ruminal *in vitro* de rumiantes mayores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del experimento

Se realizaron dos experimentos similares. El primero se efectuó en el Laboratorio de Microbiología del Rumen del Instituto de Ciencia Animal, en Cuba, y el segundo, llamado también de validación, se ejecutó en el Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. En los dos trabajos se aplicó la misma metodología, diseño experimental y análisis estadístico, al final se obtuvieron iguales resultados.

Unidades experimentales

Las unidades experimentales estuvieron conformadas por 36 botellas de vidrio de 100 mL cada una, previamente esterilizadas en autoclave a 121°C durante 15 min a 2 atmósferas de presión y selladas con tapón de butilo y agrafe, resultantes de los tres tratamientos con tres horarios de muestreo cada uno y con cuatro repeticiones (3x3x4=36) en las cuales se introdujo el líquido ruminal, pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y los preparados de levaduras ya sea de *Saccharomyces* o Levica 25, según el tratamiento que corresponda.

Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes procedimientos:

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Separación de medias por el método de rango múltiple de Duncan (P<0,01).

Procedimiento experimental

El experimento se condujo bajo condiciones *in vitro*, para lo cual se utilizó la técnica de Theodorou *et al.* (7) y se

utilizaron botellas de vidrio de 100 mL selladas con tapón de butilo y agrafe. En cada botella se introdujo la mezcla integrada por líquido de rumen y solución *buffer* en una relación de una parte de líquido ruminal con tres partes de solución *buffer*, y para el control se introdujo la mezcla integrada por líquido de rumen y solución *buffer* en una relación de una parte de líquido ruminal con cuatro partes de solución *buffer*.

El inóculo ruminal se obtuvo a partir de dos búfalos canulados en rumen alimentados con una dieta de forraje de gramíneas sin suplementación adicional y libre acceso al agua.

La muestra de líquido ruminal se colectó a través de la cánula, con la ayuda de una bomba de vacío y se conservó en termos herméticamente cerrados hasta su traslado al Laboratorio de Microbiología del Rumen del Instituto de Ciencia Animal, donde posteriormente se filtraron a través de muselina. Para conformar la mezcla para fermentar, se utilizó el licuado de líquido ruminal de los búfalos con el propósito de eliminar el efecto animal.

Técnicas de cultivo y conteos de microorganismos: se utilizó la técnica de cultivo de Hungate (8) en tubos *roll* y bajo condiciones de anaerobiosis estricta. La siembra de bacterias viables totales, y celulolíticas se efectuó en los medios de cultivo de Caldwell *et al.* (9) y modificado de Galindo (10). Las bacterias metanogénicas se contaron por el mismo método; pero se utilizó una mezcla de hidrógeno y dióxido de carbono (60:40) en la fase gaseosa. Los protozoos se preservaron en formol al 10% en una dilución 1:1 (v/v). Las muestras preservadas se guardaron en refrigerador a 4°C y se contaron posteriormente al microscopio óptico en cámara de Neubauer. Para ello, los protozoos se tiñeron con una solución de violeta de genciana al 0,01% en ácido acético glacial al 1%.

Preparación de la muestra del pasto: el alimento base para la fermentación es *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), el cual se obtuvo a partir de un área sin pastorear del Instituto de Ciencia Animal. Para su preparación, se recolectaron hojas con sus pecíolos, de manera que semeje el bocado del animal. La muestra se secó en estufa a 600°C durante 48 horas. Luego se molió en molino hasta un tamaño de partículas de 1 mm. Se determinó su composición química según AOAC (1995) obteniéndose en porcentaje: 7,26; 74,57; 10,11; 0,42 y 0,18 de PB, FDN, ceniza, calcio y fósforo, respectivamente. Se conservó en frascos de cristal hasta su posterior utilización en el experimento.

Obtención del preparado microbiano con *Saccharomyces cerevisiae* y Levica 25: primero se preparó sen-

dos preinóculos, para lo cual se tomaron varias asas de cultivos en cuña de ambas levaduras con 24 horas de crecimiento y se disolvieron en 10 mL de caldo extracto de malta. Se incubó a 30°C durante 16 horas. El preparado que se utilizó en el experimento se obtuvo después de inocular los 10 mL anteriormente obtenidos en 100 mL de caldo extracto de malta. De igual manera, se colocaron en la incubadora a 30°C durante 16 horas. Se obtuvieron dos preparados microbianos, los que corresponden a levaduras con una concentración inicial de células de 1×10^7 cel.mL⁻¹.

La formulación del material de fermentación para 100 mL fue: líquido ruminal 20 mL, solución amortiguadora 60 mL y preparado con levaduras 20 mL, a este líquido se añadió 1 g de material vegetal (pasto estrella triturado y seco), se evaluaron los diferentes indicadores fermentativos y microbiológicos a las 8, 12 y 24 h de fermentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE LA METANOGENESIS RUMINAL *IN VITRO* POR EFECTO DE PREPARADOS MICROBIANOS CON LEVADURAS VIABLES

Potencial hidrógeno (pH): se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos, no así para el horario de fermentación, en donde no se registraron diferencias. En cuanto al pH del líquido ruminal al utilizar levaduras *in vitro* versus el tratamiento control, se puede señalar que el pH más bajo se presentó con la utilización de la levadura Levica 25, mientras que, al utilizar *Saccharomyces cerevisiae*, el pH fue mayor; finalmente, con el tratamiento control, se presentó un pH alcalino, siendo este el más elevado en comparación con el pH obtenido en los tratamientos en los que se utilizó levaduras (cuadro 1). El uso de algunas cepas de *S. cerevisiae* pueden aumentar el pH ruminal (11).

Producción de gas total (mL.g⁻¹)

Mediante la incorporación *in vitro* de Levica 25, se determinaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$), es así que a las 24 horas de evaluación se determinó el mayor promedio de gas total, seguido en su orden por las producciones determinadas a las 12 y 8 h de evaluación (cuadro 2). Los resultados obtenidos en cada una de las horas evaluadas en los diferentes tratamientos demuestran la marcada disminución de gas metano que compone gran parte de la producción de gas total, considerando lo expuesto por Marrero (5), quienes determinaron que esta levadura es capaz de activar la población microbiana ruminal y reducir la producción de Metano, destacando a Levica 25 que puede producir potencialmente efectos superiores a la *Saccharomyces cerevisiae*, por lo que, en la presente in-

Tratamiento y tiempo ¹ de fermentación						
Variables	Tratamientos			\bar{X}	Prob.	CV(%)
	C	S	L			
pH	7,43 a	6,79 b	6,33 c	6,85	0,0001	5,47
C: Control S: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> L: Levica 25						
Indicador	Horas de fermentación			\bar{X}	Prob.	CV%
	8	12	12			
PH	6,98 a	6,81 a	6,77 a	6,85	0,3632	5,47

Cuadro 1. Evaluación del pH, por efecto de preparados microbianos con levaduras viables sobre la metanogénesis ruminal *in vitro*, de acuerdo al tratamiento y tiempo de fermentación

vestigación, se obtuvieron efectos similares a los expuestos por el mencionado autor.

En otro trabajo y en similares esfuerzos por disminuir las emisiones de gas ruminal a la atmósfera, Rodríguez (12) reportó que, al utilizar aceite esencial de orégano en dosis de 25 a 100 ppm, sobre la fermentación ruminal, disminuye la producción de gas entérico, efecto atribuido a la acción antimicrobial del Timol, principal componente de este aceite.

Tratamientos de acuerdo con el tiempo												
Variables	8 horas			12 horas			24 horas			X	Prob.	CV(%)
	C	S	L	C	S	L	C	S	L			
Densidad de bacterias viables totales, 1×10^{11} UFC/mL	72,00 a	66,00 b	18,00 c	112,95 a	78,50 b	69,50 c	264,25 a	169,25 b	126,0 c	108,52	0,0001**	1,43
Densidad de bacterias celulolíticas, 1×10^4 UFL/mL	26,00 c	27,00 b	30,00 a	14,00 c	30,00 b	42,50 a	13,50 c	37,25 b	64,50 a	31,64	0,0001**	3,32
Densidad de bacterias metanogénicas 1×10^9 UFC/mL	81,00 a	72,50 b	66,53 c	112,00 a	54,53 b	43,03 c	300,00 a	48,48 b	39,25 c	90,81	0,0001**	2,25
Densidad de protozoarios, 1×10^5 especímenes/mL	19,13 a	16,50 b	14,88 c	21,50 a	14,50 b	12,63 c	34,88 a	11,25 b	6,88 c	16,90	0,0001**	6,61
Producción de gas total, mL/g de Ms	43,30 a	30,30 b	20,50 c	62,13 a	45,50 b	25,33 c	95,00 a	71,55 b	42,55 c	48,46	0,0001**	3,41
Producción de gas metano μ L	9,25 a	8,25 b	6,75 c	10,50 a	7,75 b	4,50 c	11,50 a	4,75 b	3,00 c	7,36	0,0001**	6,60

C: Control S: *Saccharomyces cerevisiae* L: Levica 25

Letras iguales no difieren estadísticamente. Según Duncan ($P < 0,05$ y $P < 0,01$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de coeficiente de variación.

** : Diferencia altamente significativa entre medias.

* : Diferencia significativa entre medias.

ns: No significativa.

Cuadro 2. Evaluación de las características microbiológicas, bajo el efecto de preparados con levaduras viables sobre la metanogénesis ruminal *in vitro*, de acuerdo al tratamiento y tiempo de fermentación

Producción de gas metano (µL)

Se determinaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) para los promedios de producción de gas metano entre tratamientos y entre horarios de fermentación, con diferentes comportamientos para cada tipo de levadura evaluada; de esta manera, al comparar la producción de metano dentro del grupo control, se determinó el mayor promedio a las 24 horas, seguido por producciones más bajas de gas metano a las 12 y 8 horas de evaluación (cuadro 2). El comportamiento *in vitro* de Levica 25 para este indicador difirió estadísticamente ($P \leq 0,01$) de los demás tratamientos; es así que, a las 24 horas de evaluación, se determinó el promedio más bajo de producción de metano, con mayores valores para las 12 y 8 horas de evaluación (cuadro 2). Los resultados obtenidos con los preparados microbianos se relacionan con lo descrito por Hungate (8), quien informó que los metanógenos que viven en el interior o adheridos a la superficie de los protozoos ciliados del rumen son responsables de más del 37% de las emisiones de metano. Además Thauer y Shima (13) mencionaron que las bacterias anaerobias metanógenas son las responsables de

la producción de metano. Estas utilizan diferentes sustratos, pero los principales son el H_2 y el CO_2 . La eliminación de estos gases, principalmente del H_2 , garantiza la estabilidad del pH, lo que favorece una óptima fermentación ruminal.

La suplementación de la dieta con lípidos ricos en ácidos grasos insaturados también reduce las emisiones de metano a través de la hidrogenación de los mismos (14).

EFFECTO DE PREPARADOS MICROBIANOS CON LEVADURAS VIABLES EN LA POBLACIÓN MICROBIANA RUMINAL *IN VITRO*

Población de bacterias viables totales (UFC.mL-1):

Mediante la incorporación *in vitro* de Levica 25 se determinaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) con los demás tratamientos. Es así que, a las 24 horas de evaluación, se

Tratamientos de acuerdo con el tiempo												
Variables	Control			<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			Levica 25			X	Prob.	CV (%)
	8	12	24	8	12	24	8	12	24			
Densidad de bacterias viables totales, 1×10^{11} UFC/mL	72,00 a	112,95 b	264,25 a	66,00 c	78,50 b	169,50 a	18,00 c	69,50 b	126,00 a	108,52	0,0001**	1,43
Densidad de bacterias celulolíticas, 1×10^4 UFL/mL	26,00 c	14,00 b	13,50 b	27,00 c	30,00 b	37,25 a	30,00 c	42,50 b	64,50 a	31,64	0,0001**	3,32
Densidad de bacterias metanogénicas 1×10^9 UFC/mL	81,00 a	112,00 b	300,00 a	72,50 a	54,53 b	48,48 c	66,53 a	43,03 b	39,25 c	90,81	0,0001**	2,25
Densidad de protozoarios, 1×10^5 especímenes/mL	19,13 a	21,50 b	34,88 a	16,50 a	14,50 b	11,25 c	14,88 a	12,63 b	6,88 c	16,90	0,0128**	6,61
Producción de gas total, mL/g de Ms	43,30 a	62,13 b	95,00 a	30,30 c	45,50 b	71,55 a	20,50 c	25,33 b	42,55 a	48,46	0,0001**	3,41
Producción de gas metano µL	9,25 a	10,50 b	11,50 a	8,25 a	7,75 a	4,75 b	6,75 a	4,50 b	3,00 c	7,36	0,0006**	6,60

C: Control SS: *Saccharomyces cerevisiae* L: Levica 25

Letras iguales no difieren estadísticamente. Según Duncan ($P < 0,01$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de coeficiente de variación.

** : Diferencia altamente significativa entre medias.

* : Diferencia significativa entre medias.

ns: No significativa.

Cuadro 3. Evaluación de las características fermentativas, bajo el efecto de preparados con levaduras viables sobre la metanogénesis ruminal *in vitro*, de acuerdo al tratamiento y tiempo de fermentación

determinó el mayor promedio de bacterias viables totales (UFC.mL⁻¹), seguido por las densidades de bacterias obtenidas a las 12 y 8 horas de evaluación (cuadro 3).

Los resultados obtenidos en la población de bacterias viables totales están relacionados a los obtenidos por Orpin (15), que al evaluar el efecto de *Saccharomyces boulardii* en el metabolismo ruminal concluyó que la levadura era digerida por los microorganismos del rumen por lo que era más utilizada como prebiótico que como aditivo microbiano, por obtener un incremento significativo en la población de bacterias benéficas que favorecían la digestión de los forrajes. Similares resultados reportaron Dawson y Giraldo (16).

Población de bacterias celulolíticas (UFC.mL-1)

Mediante la incorporación *in vitro* de Levica 25 se determinaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) con los demás tratamientos; es así que a las 24 horas de evaluación se obtuvo el mayor promedio de bacterias celulolíticas (UFC.mL-1), seguida por densidades más bajas de bacterias obtenidas a las 12 y 8 horas de evaluación (cuadro 3).

Respecto a estos resultados, se confirma que la levadura LEVICA 25 resultó ser la más promisoría para su empleo como activadora de la fermentación ruminal celulolítica, lo que coincide con los resultados expuestos por Marrero (5) quien afirma que esta cepa produjo 15% menos de gas en fermentaciones *in vitro* con *Cynodon nlemfuensis* en relación al resto de las aisladas en el rumen y además ejerció efectos activadores más prolongados en las poblaciones fúngicas y de bacterias totales y celulolíticas cuando se comparó con la cepa *Saccharomyces cerevisiae* L/25-7-13, en vacas que consumen dietas fibrosas. Al evaluar el efecto de levaduras viables en la población de bacterias celulolíticas en animales con dietas fibrosas de baja calidad, se encontraron resultados similares (17). Lo cual también fue reportado por Carro y Ranilla (18).

Población de bacterias metanogénicas (UFC.mL-1)

Mediante la incorporación *in vitro* de Levica 25, se determinaron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) con los demás tratamientos, es así que a las 8 horas de evaluación se obtuvo el mayor promedio de bacterias metanogénicas (UFC.mL-1), seguido por el promedio obtenido a las 12 horas de evaluación y finalmente un valor menor se registró a las 24 horas (cuadro 3), demostrándose el efecto positivo del tratamiento sobre este indicador.

Al respecto, en el mundo, muchos investigadores desarrollan estrategias encaminadas a reducir la producción de metano, para lo cual es necesario reducir la población del dominio Archaea, que son los metanógenos ruminales (19 y 14), para ello se utilizan antibióticos, halógenos de metano, productos químicos y lípidos. Sin embargo, en la última década se han demostrado las potencialidades de ciertos árboles y arbustos tropicales para reducir la producción de metanogénesis (20).

Población de protozoos (especímenes.mL-1)

Al comparar los promedios de la densidad de protozoarios, en función al tipo de levadura dentro de cada hora de evaluación, se determinaron diferentes comportamientos dentro de cada uno; así la densidad de protozoarios dentro del grupo control fue mayor a las 24 horas, con densidades más bajas a las 12 y 8 horas de evaluación (cuadro 3).

El uso *in vitro* de Levica 25 determinó diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) con los demás tratamientos. Es así que, a las 8 horas de evaluación, se obtuvo el mayor promedio de especímenes de protozoarios por mL, seguido por los promedios obtenidos a las 12 y 24 horas de evaluación (cuadro 3).

De la misma manera, al validar el efecto del preparado microbiano a partir de *Saccharomyces cerevisiae*, en Ecuador, se determinó que la densidad de protozoarios decrece en relación al incremento del tiempo de fermentación; así se ha determinado una disminución en la población de protozoarios a partir de la hora 8 decreciendo progresivamente hasta las horas 12 y 24 de fermentación (cuadro 4). Al respecto Galindo *et al.* (21) mencionó que los protozoos son microorganismos que tienen gran importancia, ya que son capaces de fermentar los azúcares y almidones en el rumen; además muchos de ellos son celulolíticos. Sin embargo, su alta presencia en el rumen de animales que consumen dietas fibrosas de baja calidad no es conveniente, ya que compiten con el resto de los microorganismos por los principios nutritivos, tienen altos requerimientos de nitrógeno y pudieran empeorar la situación nutricional de los animales.

Dado que los metanógenos sostienen una relación simbiótica con los protozoos del rumen (22), cualquier factor exógeno, que sea capaz de disminuir la población de pro-

tozoos reducirá los metanógenos y, consecuentemente, la producción de metano.

Además, Makkar (23) sostiene que la reducción de la población protozoaria propicia el incremento en la población de microorganismos celulolíticos, la estabilización del pH del rumen, el decrecimiento del nivel de amoníaco libre, la reducción de la metanogénesis y el incremento de la eficiencia de utilización digestiva de diferentes dietas, fundamentalmente las fibrosas.

Por otro lado y en uno de estos intentos de reducir la población de protozoarios del rumen, Galindo *et al.* (24) informaron que una dieta para rumiantes con el follaje de *Samanea saman* y de *Albizia lebbek* reduce los citados grupos microbianos.

Variables	Horas de evaluación		
	8	12	24
Densidad de bacterias viables totales, 1×10^{11} UFC/mL	65,00	74,80	158,50
Densidad de protozoarios, 1×10^5 especímenes/mL	12,25	10,50	8,00
pH	6,80	6,76	6,25

($P \leq 0,01$)

Cuadro 4. Validación del efecto de preparados microbianos a base de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la población microbiológica ruminal *in vitro*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Levica 25 produce un mayor efecto en la reducción de gas total y metano ruminal *in vitro* durante la digestión de pasto estrella.
2. La aplicación de preparados microbianos a base de Levica 25 en la digestibilidad *in vitro* de líquido ruminal, determina una menor población de protozoos y bacterias metanogénicas favoreciendo el desarrollo de bacterias celulolíticas en el rumen.
3. En la validación realizada en Ecuador, se determinó que la utilización de un preparado microbiano a base de *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos, presenta resultados similares a los obtenidos en Cuba.

Por lo que se recomienda:

1. Utilizar preparados microbianos a partir de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y Levica 25) en rumiantes mayores para disminuir la metanogénesis en el rumen e incrementar la población de bacterias celulolíticas que permitirán una mayor digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes de los pastos.
2. Realizar investigaciones para evaluar los niveles adecuados de suministro de preparados microbianos a base de levaduras, en bovinos lecheros y de carne.

Referencias

1. Johnson DE, Johnson, KA, Ward, GM, Branine, ME. Ruminants and other animals. Chapter 8. En: Atmospheric Methane: Its Role in the Global Environment. Eds. MAK. Khalil, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Germany; 2000. p. 112.
2. Beauchemin KA, McGinn SM. 2005. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. J. Anim. Sci. 83:653
3. Gil SB. Sistema de producción de carne bovina: Engorde intensivo. Elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. Buenos Aires, Argentina; 2004.
4. Anderson RC, Callaway TR, van Kessel, JAS, Jung YS, Edrington TS & Nisbet DJ. 2003. Effect of select nitro compounds on ruminal fermentation; an initial look at their potential to reduce economic and environmental costs associated with ruminal methanogenesis. Bioresource Technol. 90:59
5. Marrero Y. Las levaduras como mejoradoras de la fermentación ruminal de dietas con alto contenido de fibra [tesis doctoral]. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba; 2005; 114.
6. Demeyer DL & Fievez V. 2000. Ruminants et environnement: la méthanogénèse. Ann. Zootech 49:95

7. Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS, Mcallan AB, France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminants feed. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 48:185.
8. Hungate RG. The anaerobic, mesophilic cellulolytic bacteria. 1970. *Bacterial.* 112.
9. Caldwell DR, Bryant MP. 1966. Medium without fluid for non selective enumeration and isolation of rumen bacteria. *Appl. Microbiol.* 1134.
10. Galindo, J. Efecto de la zeolita en la población de bacterias celulolíticas y su actividad en vacas que consumen ensilaje Tesis PhD. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba 1988.
11. Kamra DN, Chaudhary LC, Neeta-Agarwal Singh R., Pathak NN, Agarwal N. 2002. Growth performance, nutrient utilization, rumen fermentation and enzyme activities in calves fed on *Saccharomyces cerevisiae* supplemented Diet. *Indian-J. Animal-Sci.* 72:472.
12. Rodríguez T. Estudio del efecto del aceite esencial de orégano de monte (*Lippia origanoides*) del Alto Patía sobre la metanogénesis y la actividad fibrolítica del ecosistema ruminal [tesis doctoral]. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2014.
13. Thauer RK, Shima S. 2006. Biogeochemistry: Methane and microbes. *Nature.* 440:878.
14. Beauchemin KA, Kreuzer M, Mara O, McAllister. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement's review. *Australian J. Experimental Agric.* 48:21.
15. Orpin C. 1983. The role of ciliate protozoa and fungi in the rumen digestion of plant cell walls. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10:121-143.
16. Dawson KA, Girard ID. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. En Lyons TP, Jacques KA. *Biotechnology in the Feed Industry.* , Nottingham, UK; Nottingham University Press. p. 293
17. Marrero Y, Galindo J, Torres V, Rodríguez Z, Álvarez E, Aldana AI, *et al.* 2008. Avances en el estudio de las levaduras como activadoras de la fermentación ruminal en bovinos que consumen dietas fibrosas. *Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ.* 6:93.
18. Carro MD, Ranilla MJ. Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas [Internet]. 2002. [consultado: july 2008]. Disponible en: www.exopol.com
19. Agarwal N, Kamra DE, Chatterjee PN, Kumar R, Chaudhary LC. 2008. In vitro methanogenesis, microbial profile and fermentation of green forages with buffalo rumen liquor as influenced by 2 bromoethanesulphonic acid. *Asian Austr. J. Anim. Sci.* 21:818.
20. González N. Evaluación de morera (*Morus alba Lin*) en la fermentación y control de la metanogénesis ruminal de búfalos de río (*Bubalus bubalis*) [tesis doctoral]. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. 2010.
21. Galindo J, González N, Delgado D. Los árboles como controladores de los metanógenos y producción de metano en el rumen. II Taller Internacional Salud y Producción Animal-II Congreso Cubano de Desarrollo Local. Granma. Cuba. 2009.
22. Joblin KN. Methanogenic Archaea. En: I Planning Meeting of Project Contract Research and Training Workshop "Development and Use of Rumen Molecular Techniques for Predicting and Enhancing Productivity". Brisbane; 2004.
23. Makkar HPS. 2005. *In vitro* gas method for evaluation of feed containing phytochemicals. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 123:291.
24. Galindo J, González N, Scull I, Marrero Y, Sosa A, Aldana AI. *et al.* 2012. Effect of *Samanea saman*, (Jacq.) Merr, *Albizia lebbbeck* Benth and *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (plant material 23) on the methanogen population and on the ruminal microbial ecology. *Cuban J. Agric. Sci.* 46:273.

EL ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIADOS EN ACCIÓN: BUSCANDO PATRONES DE CONSUMO DE ALIMENTOS EN EUROPA OCCIDENTAL

^{1,2}Robert A. Cazar, ³Roberto Todeschini

¹Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias. Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba, Ecuador. ²Grupo Ecuatoriano para el Estudio Experimental y Teórico de Nanosistemas, GETNano. ³Dipartimento di Scienze dell' Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano - Bicocca, Italy

R esumen

Se detalla un análisis de datos multivariados que busca identificar patrones del consumo de alimentos en Europa Occidental. Un conjunto de datos que presenta la frecuencia de consumo de 17 productos alimenticios comunes en los hogares de 16 países europeos occidentales fue estudiado. Análisis de componentes principales, análisis de agrupamientos y algoritmos de clasificación fueron aplicados para identificar y caracterizar grupos de países con comportamiento similar respecto al consumo de estos alimentos. Los resultados muestran que los países en estudio se distribuyen en cuatro agrupamientos bien separados. Estos agrupamientos reflejan las similitudes en cultura, historia y tradición, así como la proximidad geográfica de los países incluidos en ellos. El objetivo principal del trabajo ha sido demostrar el potencial del análisis de datos multivariados para extraer información relevante de conjuntos de datos complejos.

Palabras claves: análisis de datos multivariados, consumo de alimentos, Europa Occidental

A bstract

A multivariate data analysis that seeks to identify patterns of food consumption in Western Europe is detailed. A data set that presents the frequency of consumption of 17 common food products in the households of 16 Western European countries was studied. Principal component analysis, cluster analysis and classification algorithms were applied to identify and characterize groups of countries with similar behavior regarding food consumption. The results show that the countries under study distribute in four well-separated clusters. Those clusters reflect the similarities in culture, history and traditions as well as the geographical proximity of the countries included in them. The main objective of this work has been to show the potential of multivariate data analysis to glean relevant information from complex data sets.

Keywords: multivariate data analysis, food consumption, Western Europe

INTRODUCCIÓN

El análisis de datos multivariados (MDA) comprende un arsenal de métodos estadísticos y matemáticos que asisten a un experimentador en la extracción de información a partir de conjuntos de datos complejos (1). El análisis de componentes principales (PCA), el análisis de agrupamientos y los algoritmos de clasificación se

encuentran entre los métodos más versátiles y útiles del MDA. Estos ayudan, entre otras tareas, a localizar grupos de objetos con característica similares, reducir la dimensión de un conjunto de datos, y clasificar objetos en categorías previamente establecidas (2, 3, 4). En este trabajo, un conjunto de datos obte-

nido de una encuesta sobre la frecuencia de consumo de 17 alimentos comunes en los hogares de 16 países de Europa Occidental (5) ha sido analizado con tales métodos. Se busca identificar, dentro de estos países, grupos con comportamiento similar en cuanto al consumo de alimentos y se intenta explicar las razones detrás de tales comportamientos. Es esperable que tales grupos reflejen ciertas costumbres de alimentación que existen en Europa Occidental producto de la similitud en historia, hábitos y tradiciones de ciertos países. Entre estas se encuentra la dieta mediterránea –compartida por naciones como Italia, Portugal y España– que se caracteriza por un alto consumo de vegetales, legumbre, frutas, nueces y cereales, moderado consumo de pescado, alto consumo de grasas insaturadas (aceite de oliva) y un bajo consumo de grasas saturadas así como una ingesta baja a moderada de productos lácteos (6). La dieta del norte de Europa, que se practica en el Reino Unido de Gran Bretaña (Inglaterra, Escocia, Gales e Irlanda del Norte), la República de Irlanda y Francia, en cambio, consiste de una alta ingesta de carne o pescado y productos lácteos, bajo consumo de vegetales, cereales y frutas (7). Los países nórdicos, a su turno, consu-

men una dieta muy saludable que se basa en una alta ingesta de pescado, patatas, vegetales frescos y pan negro; así como frutas propias de la región (7). Finalmente, los países que ocupan la parte central del continente –como Alemania, Suiza y Bélgica– comparten una dieta en la que se consume principalmente patatas, vegetales y carne acompañado de una importante ingesta de diversas variedades de pan, café y productos dulces como mermeladas y pasteles (7).

En cuanto a trabajos similares al presentado en este artículo, se ha encontrado dos reportes publicados en 2009 y 2014, respectivamente, en los que se discuten aplicaciones del MDA para descubrir patrones de hábitos de consumo de alimentos en individuos de países europeos. El primero de ellos (8) se refiere a una aplicación del PCA para identificar patrones de consumo de alimentos en adolescentes griegos y asociarlos con su estilo de vida y condiciones socioeconómicas. El segundo (9) utiliza métodos de análisis de agrupamientos y algoritmos de clasificación sobre los datos producidos por una encuesta de consumo de alimentos en individuos jóvenes de Suecia y Dinamarca; el propósito del estudio es establecer diferencias en los patrones de consumo de estos dos grupos y evaluar la calidad de sus dietas. Como se puede ver estos trabajos involucran situaciones más específicas que la descrita en este.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos provienen de una encuesta conducida hace unos años en 16 de países de Europa Occidental. En la encuesta, una muestra representativa de hogares de cada

País	Café molid.	Café instan.	Té	Sopa sobre	Sopa lata	Papa	Pesca. cong.	Manzana	Naranja	Fruta seca	Mermela.	Ajo	Mantequilla	Margarina	Aceite oliva	Yogur	Pan
Alemania	90	49	88	51	19	21	27	81	75	44	71	22	91	85	74	30	26
Italia	82	10	60	41	3	2	4	67	71	9	46	80	66	24	94	5	18
Francia	88	42	63	53	11	23	11	87	84	40	45	88	94	47	36	57	3
Holanda	96	62	98	67	43	7	14	83	89	61	81	15	31	97	13	53	15
Bélgica	94	38	48	37	23	9	13	76	76	42	57	29	84	80	83	20	5
Luxemburgo	97	61	86	73	12	7	26	85	94	83	20	91	94	94	84	31	24
Inglaterra	27	86	99	55	76	17	20	76	68	89	91	11	95	94	57	11	28
Portugal	72	26	77	34	1	5	20	22	51	8	16	89	65	78	92	6	9
Austria	55	31	61	33	1	5	15	49	42	14	41	51	51	72	28	13	11
Suiza	73	72	85	69	10	17	19	79	70	46	61	64	82	48	61	48	30
Suecia	97	13	93	43	43	39	54	56	78	53	75	9	68	32	48	2	93
Dinamarca	96	17	92	32	17	11	51	81	72	50	64	11	92	91	30	11	34
Noruega	92	17	83	51	4	17	30	61	72	34	51	11	63	94	28	2	62
Finlandia	98	12	84	27	10	8	18	50	57	22	37	15	96	94	17	5	64
España	70	40	40	43	2	14	23	59	77	30	38	86	44	51	91	16	13
Irlanda	30	52	99	75	18	2	5	57	52	46	89	5	97	25	31	3	9

Cuadro 1. Porcentaje de hogares en 16 países de Europa Occidental que consumen regularmente 17 artículos alimenticios comunes

país fue interrogado respecto a su frecuencia de consumo de 17 artículos alimenticios comunes. Los datos fueron organizados en una matriz de dimensiones 16×17 en la que cada columna corresponde a un producto alimenticio (variable) y cada fila a un país (objeto). Los valores registrados corresponden a los porcentajes de hogares que consumen regularmente los productos alimenticios en consideración. Los datos se muestran en cuadro 1.

En primer lugar, se efectuó un análisis exploratorio de los datos usando PCA. Este método produce nuevas variables no correlacionadas entre sí, llamadas componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables originales. Los componentes se calculan de tal manera que la primera componente principal (PC1) sigue la dirección de máxima variabilidad de los datos y por consiguiente explica la mayor cantidad de información presente en los datos; cada componente principal suce-

siva (PC2, PC3, etc.) es ortogonal a la anterior y explica la mayor cantidad de información residual. El conjunto de datos puede entonces ser proyectado sobre las dos o tres primeras componentes principales para visualizar su estructura conservando la máxima cantidad de información posible para este reducido número de dimensiones. Matemáticamente, las componentes principales son los autovectores de la matriz de correlación de las variables originales. Los coeficientes de las variables originales en las combinaciones lineales que constituyen las componentes principales se denominan *loadings* y representan la contribución de cada variable original en una componente principal dada. Mientras más alto es el *loading* (se toma en cuenta su valor absoluto) de cierta variable en una determinada componente principal más aporta aquella en esta. Este hecho permite asociar a las componentes principales con factores que caracterizan a los datos.

En segundo lugar, un método de agrupamiento jerárquico aglomerativo fue aplicado sobre los datos (10). Tal técnica trabaja directamente sobre el espacio multidimensional de las variables originales para buscar agrupamientos de objetos con comportamiento similar. El criterio básico para agrupar los objetos es su similitud, esto es, los objetos son agrupados en virtud de su proximidad en el espacio. Las técnicas de agrupamiento jerárquico aglomerativo inicialmente consideran a cada objeto como un agrupamiento individual; estos agrupamientos se combinan progresivamente empleando una métrica de similitud, usualmente una distancia, y en consecuencia se obtiene agrupamientos más grandes en cada etapa del procedimiento hasta que se obtiene un solo gran agrupamiento que contiene todos los objetos. El producto es un diagrama de árbol en el cual se visualiza la progresiva asociación de los objetos en virtud de su cercanía y que puede ser “cortado” a cual-

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Café molido	0,033	0,115	-0,538	0,232	-0,096
Café instantáneo	-0,287	-0,335	0,158	-0,011	0,127
Té	-0,312	0,182	0,163	0,135	0,089
Sopa de sobre	-0,275	-0,282	0,079	-0,101	-0,113
Sopa de lata	-0,357	0,078	0,129	-0,100	0,073
Papa	-0,186	0,213	-0,270	-0,437	-0,118
Pescado congel.	-0,119	0,363	-0,281	-0,114	0,174
Manzanas	-0,303	-0,215	-0,237	0,064	-0,069
Naranjas	0,227	-0,156	-0,457	-0,049	-0,046
Frutos secos	-0,407	-0,078	-0,046	-0,021	0,262
Mermelada	-0,331	0,095	0,250	-0,148	-0,298
Ajo	0,239	-0,345	-0,206	-0,174	0,136
Mantequilla	-0,133	0,012	0,064	-0,089	0,553
Margarina	-0,108	0,063	-0,100	0,655	0,365
Aceite de oliva	0,154	-0,221	-0,137	-0,408	0,442
Yogurt	-0,168	-0,349	-0,234	0,157	-0,295
Pan	-0,099	0,446	-0,157	-0,130	0,001

Cuadro 2. Loadings de las 5 primeras componentes principales (aquellas con autovalores mayores de 1). Las contribuciones más importantes (valores absolutos más altos) se indican en negrillas

Componente principal	Autovalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
PC1	4,9603	29,2	29,2
PC2	3,4776	20,5	49,6
PC3	2,6387	15,5	65,2
PC4	1,4326	8,4	73,6
PC5	1,1718	6,9	80,5

Cuadro 3. Autovalores, varianzas individuales y varianzas acumulativas de las cinco primeras componentes principales

quier nivel de similitud para separar los objetos en un determinado número de grupos.

Finalmente se aplicó un algoritmo de clasificación sobre los datos. Este método genera una función matemática denominada “regla de clasificación” que se aplica sobre los grupos identificados en la etapa de agrupamiento para evaluar cuán bien se diferencian estas categorías. Adicionalmente, la regla de clasificación permite predecir la membresía de categoría de un objeto de identidad desconocida.

Todos los cálculos fueron efectuados con el paquete de *software* SCAN (11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de componentes principales se muestran en los cuadros 2 y 3. El cuadro 2 presenta la composición de las cinco primeras componentes principales, las cuales poseen autovalores mayores que 1. En conjunto, ellas incluyen el 80,5% de la información presente en los datos.

De la inspección del cuadro 2, se puede observar que las variables originales que más contribuyen en la primera componente principal son frutos secos, sopa en lata, mermelada, té y manzanas. Una interpretación plausible de esta componente no es inmediata, pero parece contener elementos de la dieta mediterránea y de la dieta del norte del continente por lo que podría ser útil para distinguir a los grupos de países que consumen tales dietas. En la segunda componente, las variables con mayor contribución son pan, pescado congelado, yogurt, ajo y café instantáneo. Esta componente se podría asociar con la dieta nórdica por lo que sería útil para caracterizar al grupo de países escandinavos. Un análisis similar puede efectuarse para el resto de componentes.

El cuadro 3 presenta el porcentaje de información retenido por cada componente.

De la inspección del cuadro 3, se puede observar que primera componente (PC1) retiene 29,2% de la información contenida en los datos. PC2, a su turno, retiene 20,5% de la información residual. Por consiguiente, las dos primeras componentes conservan el 49,6% de la información total de los datos.

La figura 1 muestra la proyección de los objetos sobre las dos primeras componentes principales. De la observación de este gráfico se puede hacer una aproximación preliminar respecto a la distribución de los objetos. Por ejemplo, los objetos 11, 12, 13 y 14 (Suecia, Dinamarca, Noruega y Finlandia) forman un grupo discreto que se separa a lo largo de la segunda componente principal. Similarmente, los objetos 2, 8, 9 y 15 (Italia, Portugal, Austria y España) constituyen otro grupo bien definido que se separa a lo largo de la primera componente principal. No existe una agrupación clara del resto de objetos. Estas aproximaciones validan la interpretación de las dos primeras componentes efectuada anteriormente.

La figura 2 muestra la proyección de las variables sobre las dos primeras componentes principales. Dado que la proximidad en el espacio es sinónimo de similitud, se

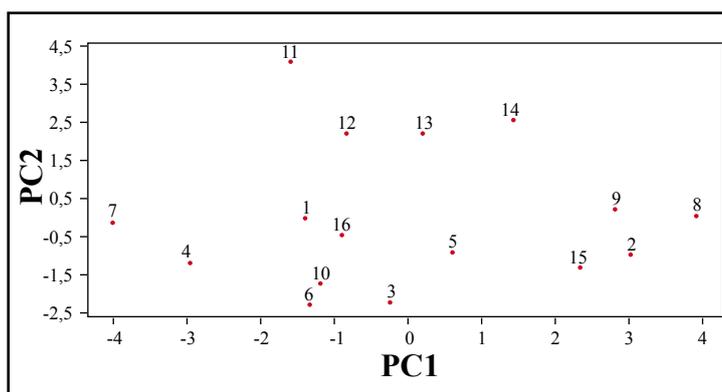


Figura 1. Proyección de los objetos en el espacio PC1 – PC2; 49,6% de la información total es retenida en este gráfico

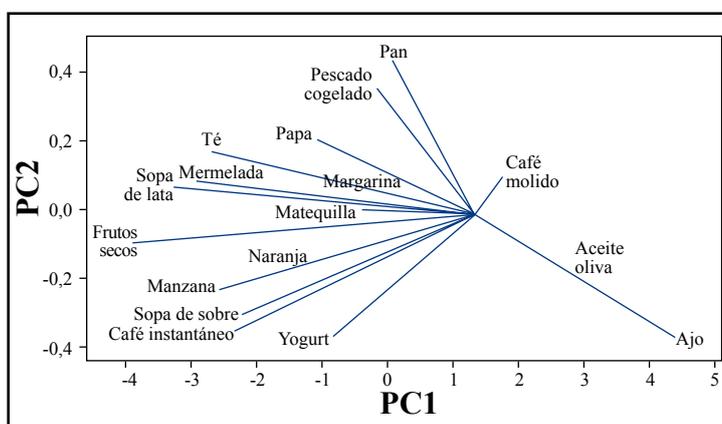


Figura 2. Proyección de las variables en el espacio PC1 – PC2; 49,6% de la información total es retenida en este gráfico

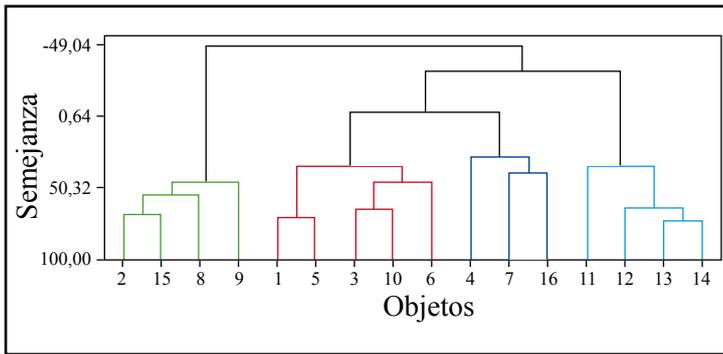


Figura 3. Dendrograma del agrupamiento jerárquico aglomerativo de los objetos

puede inferir que las variables que forman agrupamientos portan información similar. Tal hecho puede proveer una manera de reducir el número de variables empleadas en un estudio, ya que el analista podría eliminar alguna o algunas variables de cierto grupo ya que todas portan la misma información. Por ejemplo, este sería el caso del grupo integrado por sopa enlatada, mermelada y té y de aquel integrado por naranjas, manzanas, sopa en polvo y café instantáneo. Sin embargo, en este estudio se ha decidido conservar todas las variables para efectuar los siguientes análisis.

La figura 3 muestra el dendrograma resultante de la aplicación de un método de agrupamiento jerárquico aglomerativo sobre el conjunto de datos original de 16 objetos y 17 variables. El método de Ward fue utilizado puesto que se conoce que produce agrupamientos significativos. El dendrograma proporciona una división de los objetos en cuatro agrupamientos bien definidos. Desde la izquierda, el primer grupo incluye los objetos 2, 8, 9 y 15 (Italia, Portugal, Austria y España). El segundo está integrado por los objetos 1, 3, 5, 6 y 10 (Alemania, Francia, Bélgica, Luxemburgo y Suiza). El tercero contiene los objetos 4, 7 y 16 (Holanda, Inglaterra e Irlanda). Por último, el cuarto agrupamiento incluye los objetos 11, 12, 13 y 14 (Suecia, Dinamarca, Noruega y Finlandia). El cuadro 4 resume la conformación de los agrupamientos.

Agrupamiento	Conformación	Interpretación
A	Italia, Portugal, Austria y España	Países mediterráneos más Austria
B	Alemania, Francia, Bélgica, Luxemburgo y Suiza	Países centrales
C	Holanda, Inglaterra e Irlanda	Países del Reino Unido más Holanda
D	Suecia, Noruega y Finlandia	Países nórdicos

Cuadro 4. Agrupamientos observados en el dendrograma

La interpretación de los agrupamientos es simple. El agrupamiento A corresponde a los países mediterráneos más Austria. Al observar el cuadro 1, ellos comparten una alta ingesta de aceite de oliva, pan, frutas y ajo, consumo moderado de pescado y bajo consumo de yogur y mantequilla. El agrupamiento B está integrado por los países del centro del continente. Ellos comparten una dieta con alta ingesta de fruta fresca, mantequilla y café molido, consumo moderado de yogur, pan, patatas y vegetales. El agrupamiento C está integrado por los países del Reino Unido más Holanda; ellos se caracterizan por un alto consumo de té, mermelada y fruta, tanto fresca como seca, moderado consumo de lácteos y bajo consumo de vegetales. El agrupamiento D reúne a los países nórdicos. Ellos consumen una dieta baja en vegetales, alta en productos lácteos, fruta fresca, café molido y té y moderada en pescado y aceite de oliva.

Como se esperaba, la distribución de los grupos refleja similitudes en cultura, historia y tradiciones así como la proximidad geográfica, lo cual se traduce en similares hábitos de alimentación (12). Una relación no prevista que surge de los resultados es que Austria se agrupa con los países mediterráneos. Esto parecería extraño a primera vista, pero es importante recordar que Austria ocupó una gran porción del territorio italiano de 1815 a 1859 (13) y en ese lapso es posible que los austriacos hayan adoptado algunas costumbres locales, entre ellas, seguramente, ciertos hábitos de alimentación. Otra relación interesante es la similitud entre Holanda y los países del Reino Unido, esta se podría explicar a partir del hecho que Holanda y el Reino Unido mantienen fuertes lazos políticos y económicos desde la era Napoleónica; por ejemplo, más de 40 ciudades de Holanda tienen sus gemelas británicas; además, el holandés y el inglés son idiomas germánicos occidentales –incidentalmente, un 87% de los habitantes de Holanda sostiene que habla

el inglés– (14). Esto podría explicar sus hábitos alimenticios similares.

Finalmente, las memberships de los objetos a las clases encontradas en el análisis de agrupamiento fueron verificadas usando el método de clasificación llamado SIMCA (Modelamiento independiente de analogía de clases). Este método construye un modelo de cada clase sobre la base de unos pocos componentes principales de cada una. Estas envolturas multidimensionales permiten a un analista determinar si un objeto dado pertenece o no a una clase preestablecida. El cuadro 5 presenta la matriz de clasificación resultante de tal procedimiento.

La matriz de clasificación revela que SIMCA asigna correctamente todos los objetos en sus clases previamente identificadas. El desempeño del método en fase clasificación es perfecto lo cual confirma que las clases derivadas del análisis de agrupamientos forman grupos discretos en el espacio multidimensional de las variables.

Clase preestablecida	Total	Clase asignada			
		A	B	C	D
A	4	4	0	0	0
B	5	0	5	0	0
C	3	0	0	3	0
D	4	0	0	0	4
Errores de clasificación: 0					

Cuadro 5. Matriz de clasificación SIMCA

CONCLUSIONES

Se ha aplicado el análisis de datos multivariados para identificar patrones de comportamiento relativos a consumo de alimentos en 16 países de Europa Occidental. De los resultados se concluye los hábitos de consumo de alimentos permiten distribuir a los países bajo estudio en cuatro grupos bien definidos. Estos grupos son: países mediterráneos (A), países nórdicos (B), países centrales (C) y países del Reino Unido (D). La similitud de costumbres, cultura e historia, así como la cercanía geográfica explican la constitución de tales grupos. El estudio ilustra el gran potencial del análisis de datos multivariados para encontrar patrones de similitud de comportamiento y otras relaciones más sutiles en conjuntos de datos complejos.

Referencias

- Hair JF. *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*, Prentice Hall: Upper Saddle River; 2009.
- Jolliffe IT. *Principal Component Analysis*. Springer: New York; 2002.
- Everitt B, Landau S, Leese M. *Cluster Analysis*, Wiley: New York; 2011.
- Otto, M. *Chemometrics*, Wiley: New York; 2007.
- <http://www.umetrics.com/downloads> (Fecha de acceso: diciembre 15, 2014).
- Tognon G. *et al.* 2014. Adherence to a Mediterranean-like dietary pattern in children from eight European countries. The IDEFICS study. *International Journal of Obesity* 38: S108-S114.
- Kittler PG, Sucher KP. *Food and Culture: 3rd edition*. Stamford, CT: Wadsworth; 2001
- Kourlaba, G. *et al.* 2009. Dietary patterns in relation to socio-economic and lifestyle characteristics among Greek adolescents: a multivariate analysis." *Public health nutrition* 12.09 (2009): 1366-1372.
- Hammerling U. *et al.* 2014. Identifying food consumption patterns among young consumers by unsupervised and supervised multivariate data analysis. *European Journal of Nutrition and Food Safety*. 4.4: 392-403.
- Miller JN, Miller JC. *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. Pearson Education: Harlow; 2005.
- Brown SD. 1994. SCAN (Software for Chemometric Analysis), available from JerII, Inc., North American Office: 790 Esplanada, Stanford, CA 94305, U.S.A. (telephone (415) 856-3401); European Office: via V. Pisani 13, 20124 Milano, Italy (telephone 39-2-26603247. *Journal of Chemometrics*. 8: 95-96.
- Capacci S. *et al.* 2012. Policies to promote healthy eating in Europe: a structured review of policies and their effectiveness. *Nutrition reviews*. 70.3: 188-200.
- Gritti S. 1988. Italia, Instituto Geografico de Agostini: Novara; 1988.
- Ashton N, Hellema D. (Eds.). *Unspoken allies: Anglo-Dutch relations since 1780*. Amsterdam University Press: Amsterdam; 2001.

EVALUACIÓN DE RANGOS DE TOLERANCIA DE RADIACIÓN IONIZANTE SEGÚN LA NORMA L21-OIEA EN UN ÁREA NEONATOLÓGICA DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE AMBATO

Jéssica Núñez, Pedro Escudero

Grupo de Biofísica Computacional (GBC),
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH),
Riobamba, Ecuador

R esumen

La importancia de una Sala de Radiología Pediátrica debe evaluarse acorde rangos de tolerancia de dosis de radiación ionizante así como del blindaje y protecciones requeridas presentes en el área; el trabajo busca verificar que el Departamento de Neonatología del Hospital Regional Docente Ambato cumpla con los parámetros estipulados en la Norma L-21 de la OIEA al momento de realizar estudios tomográficos a neonatos, donde las lecturas obtenidas con dosímetros TLD y kavepímetro, se acojan a normativas de Protección Radiológica que indiquen un límite máximo de dosis para reducir la exposición en pacientes neonatos y la contaminación del lugar por radiación de fuga.

Palabras claves: neonato, L21-OIEA, radiología pediátrica, tomografía

A bstract

The importance of Pediatric Radiology's Room must to evaluate according ranges of tolerance of ionizing radiation's dose, as well as of the shielding and required protections present in the area; the present work found to verify that Department of Neonatology of Hospital Regional Docente Ambato meets the parameters specified in the Norm L-21 of the IAEA at the moment to realize tomographic studies in neonates; where the readings obtained with TLD dosimeters and Kv-meter, benefiting to regulations of Radiological Protection, which indicate a maximum limit of dose to reduce exposure in neonates and local pollution by radiation leakage.

Keywords: neonate, L21-IAEA, pediatric radiology, tomography

INTRODUCCIÓN

El área de Neonatología de un hospital es un sitio de sumo cuidado que debe estar regido por normativas que impliquen el mantenimiento del área y cuidado del paciente, especialmente si en ella se practican estudios de radiodiagnóstico propios de una sala de Radiología Pediátrica (1).

Diversos estudios realizados en Salas de Neonatología Pediátrica se iniciaron con programas de capacitación en 1981 en el Hospital Infantil de Pensilvania en EEUU para mejorar la instalación hospitalaria y el cuidado de neonatos al momento de ser sometidos a estudios radiológicos para evitar una sobreexposición de dosis y fugas

de radiación dispersa; en la actualidad, países como Reino Unido, España, Corea del Sur, Italia y Francia cuentan con programas reconocidos a nivel internacional, buscando optimizar el servicio de Radiodiagnóstico Pediátrico (1, 2). Al tratar con pacientes neonatos se debe tomar en cuenta su inmadurez biológica y los efectos estocásticos que una sobredosis de exposición en un examen tomográfico puedan afectar las células en crecimiento de su organismo. Los niños son los más vulnerables y presentan un mayor riesgo radiológico que los adul-

tos durante una exposición a radiaciones ionizantes, como es el caso de los neonatos que, debido al pequeño volumen de su cuerpo, durante un examen tomográfico de tórax, toda la zona abdominal y sus órganos genitales forman parte de la región directamente expuesta a la radiación (4).

Es necesario que, para exámenes tomográficos, se conozcan parámetros como kilovoltaje y corriente del equipo médico determinando así la calidad del aparato y el envejecimiento del tubo de rayos X que puede repercutir en la técnica utilizada. Para tener un cálculo aproximado, se debe conocer los regímenes de los adultos para aplicarlos en Pediatría. Los neonatos tienen condiciones que requieren menor exposición a la radiación ionizante (4).

Conociendo los parámetros pediátricos requeridos para realizar estudios de niveles de dosis adquiridos por neonatos y los instrumentos dosimétricos necesarios, se pueden calcular medidas como: CTDI_w (índice de volumen TC dosis), que expresa la dosis media suministrada al volumen de escaneo para una prueba específica, permitiendo la comparación directa de la dosis de radiación entre exámenes TC con diferentes valores de los ajustes de escaneo, incluso entre exámenes TC de diferentes fabricantes; sin embargo, el CTDI_w no tiene en cuenta el tamaño y la forma del paciente, ya que puede calcular y medir la dosis incluso sobre un fantoma (5).

El DLP (Producto dosis-longitud) es un indicador de la dosis de radiación integrada de todo un examen de TC. Este calcula la dosis incluyendo el número de barridos y la longitud de barrido ($DLP \text{ volumen} = CTDI \times \text{longitud total de exploración}$), mientras que la dosis efectiva (DE) es útil para evaluar y comparar el riesgo potencial biológico de un determinado examen. Se puede obtener sencillamente multiplicando DLP x factor de conversión (k) que varía dependiendo de la región del cuerpo que se va

a examinar. La dosis efectiva es el valor más utilizado para la comparación entre los procedimientos radiológicos (3, 4, 5, 10).

La Norma L-21 de la OIEA es suficientemente flexible para permitir su fácil adaptación a la evolución tecnológica así como a la variación de las circunstancias en los procedimientos médicos coherentes con las directrices internacionales o nacionales; según dicha normativa, los principales puntos que las salas de estudios de radiodiagnóstico pediátrico deben cumplir son los siguientes:

- a) Contar con puerta blindada de acceso a la sala de Tomografía.
- b) El espesor de blindaje no debe permitir que la dosis en la consola de control sea mayor que 0,02 mGy por semana (1).
- c) Protecciones plomadas tanto para el equipo que labora en la sala así como para el paciente.

La aplicación de la Norma L21-OIEA permitirá evaluar la tolerancia de rangos de dosis en el Área de Neonatología del Hospital Regional Docente Ambato, al momento de practicar estudios tomográficos, así como la revisión del blindaje y equipo de tomografía de las instalaciones en que se realizan los análisis (3, 6, 7). Cabe recalcar que los pacientes pediátricos varían en tamaño. Las dosis administradas a pacientes pediátricos variarán significativamente de las que se administran a los adultos (11, 12, 9).

MATERIALES Y MÉTODOS

Fases de medición

Se pretende realizar mediciones por medio de dosímetros TLD en ciertos puntos del Área de Neonatología, en el instante en que se realizan estudios tomográficos a neonatos, con el fin de verificar que las lecturas obtenidas por estos dosímetros estén acordes y no superen el rango de medidas establecidas en la Norma L-21 de la OIEA, comprobando que la sala de Radiología Pediátrica del Hospital Regional Docente Ambato cumpla con dicha disposición, para lo cual es necesario aplicar las siguientes fases:

Fase I: en esta fase se realiza una inspección física de la instalación, verificando si el área posee el blindaje y equipo necesarios.

Los principales requerimientos que deben revisarse en dicha inspección son:

- a) Las paredes plomadas de la Sala de Radiología Pediátrica deben estar revestidas con un protector como pintura.

- b) Protecciones plomadas tanto para el personal del área de radiología como para los pacientes: delantales plomados Pb de al menos 0,35 mm para exámenes entre 100 y 150 kV de pico de tensión, protectores de tiroides, protectores gonadales y guantes plomados de 0,25 mm Pb.
- c) Inmovilizadores pediátricos como: bandas, almohadillas, sacos de arena, sedación.
- d) Descripción del equipo tomográfico: fabricante, marca, modelo, kilovoltaje máximo (kV), corriente máxima (mA) o carga máxima (mAs), número de cortes del tomógrafo.

Fase II: se coloca un kavepímetro ECC 820 kVp (45 -125 kV) a 40 cm del orificio de salida del haz, producido por el tubo de rayos X para así conocer la energía del haz al momento de realizar el estudio tomográfico; dicho voltaje debe estar entre el rango de kilovoltaje que se indica en el cuadro 1 de los Parámetros Neonatológicos establecidos por la OIEA.

Parámetros	Valores
Kilovoltaje tomógrafo	60 kV a 80 kV
Dosis efectiva en estudios tomográficos en neonatos	< 5 nSv
Tiempo exposición neonatos	< 10 ms

Cuadro 1. Parámetros neonatológicos OIEA (4)

Fase III: se utiliza cuatro dosímetros TLD de sensibilidad relativa 1, donde el primer dosímetro (D1) se



Figura 1. Neonato inmovilizado para un estudio tomográfico (6)

coloca a un metro de distancia del tomógrafo Siemens Somatom Emotion, mientras que el segundo, tercero y cuarto dosímetros (D2, D3, D4) están en contacto directo con el cuerpo de los neonatos (pacientes de 0 a 31 días de nacidos).

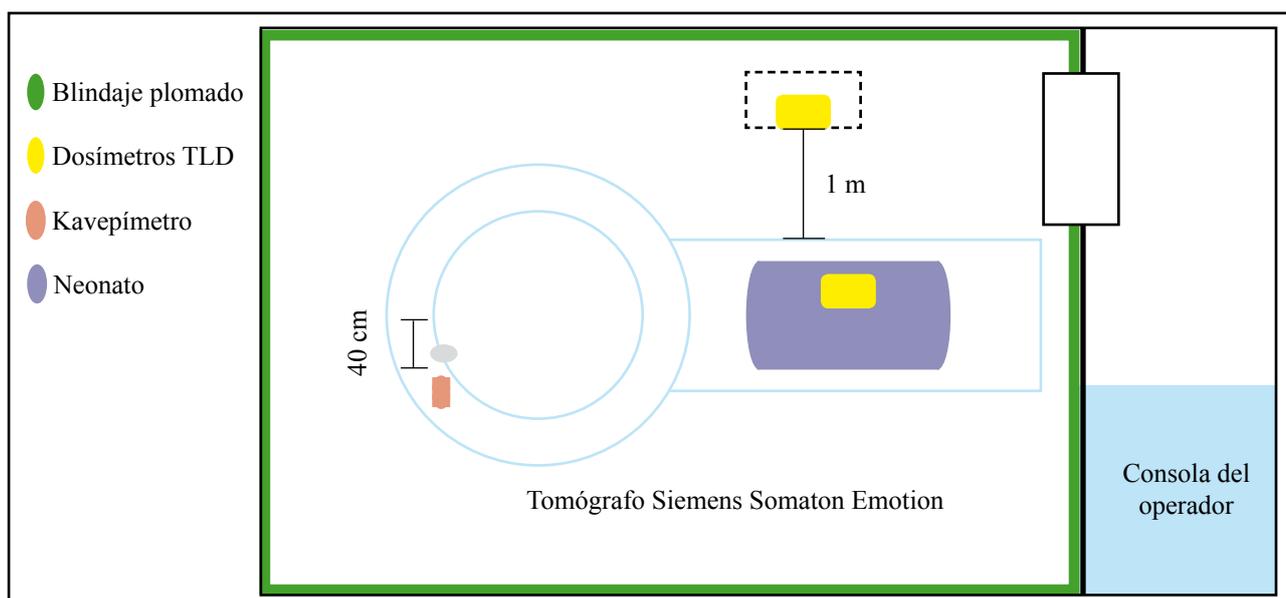


Figura 2. Diagrama del posicionamiento de los dosímetros TLD y Kavepímetro alrededor del Tomógrafo Siemens Somatom Emotion para la obtención de lecturas en la Sala de Radiología Padiátrica

RESULTADOS

Para el presente trabajo, el kavepímetro ECC 820 kVp (45 -125 kV), ubicado a 40 cm del orificio de salida del haz, emite lecturas de la energía del haz (kV) así como de su carga máxima (mAs) en cada tipo de examen tomográfico, para lo cual se requiere tres neonatos (N) con diferente tipos de tomografías: N1-neonato para examen de tomografía craneal, N2-neonato para examen tomográfico de tórax y N3-neonato para examen tomográfico de abdomen; la selección de los tres tipos de examen se debe a que en cada uno de ellos se realiza a diferente energía del haz, obteniendo por lo tanto una variación en las dosis. En el cuadro 2 se observa los parámetros de estudios tomográficos en pediatría establecidos en la Norma de la OIEA, necesarios para comparar con las mediciones obtenidas por los aparatos dosimétricos.

Al momento de realizar el examen al paciente, es necesario tomar en cuenta su posicionamiento e inmovilización para obtener lecturas óptimas y disminuir el margen de error en la toma de las mismas, de preferencia la posición del neonato será decúbito supino para los tres exámenes.

El dosímetro TLD (D1) da lecturas de la dosis presente en un área de 24x24 cm² de la Sala de Radiología Pediátrica.

Los dosímetros TLD restantes (D2, D3 y D4) serán colocados directamente en el cuerpo del neonato para el cálculo de la Dosis Efectiva (E), el CTDI_w que representa la dosis local en un corte irradiado, y la DLP que indica la dosis integral recibida en la exploración.

En el cuadro 3, se tienen las mediciones una vez obtenidas las lecturas con los dosímetros TLD y el kavepímetro ECC 820 kVp, dichas medidas se tomaron como re-

ferencia de un estudio realizado en el Hospital Universitario de La Paz, Madrid (4)

En las gráficas se puede observar los valores de la Tabla 3 donde la carga máxima del haz crece a medida que au-

Estudio tomográficos en neonatos	kV	mAs
Tomografía craneal	20	< 50
Tomografía de tórax	50	< 75
Tomografía abdominal	55	< 40

Cuadro 2. Valores de energía y carga máxima del haz, establecidos por la OIEA en Radiología Pediátrica (11)

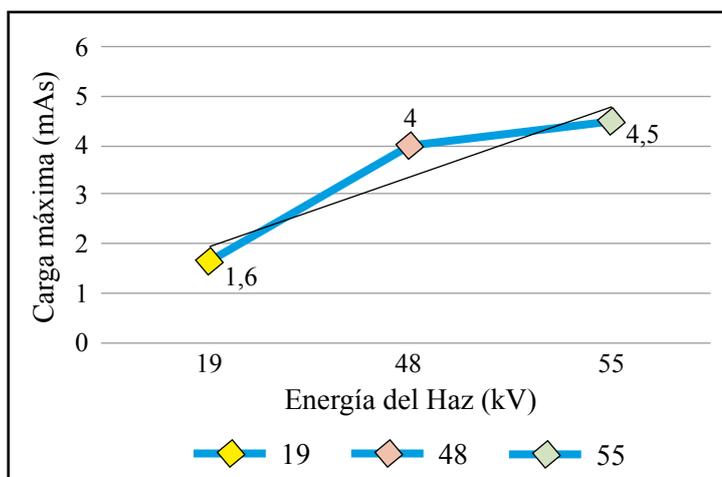


Gráfico 3. Linealidad entre mAs vs. kV

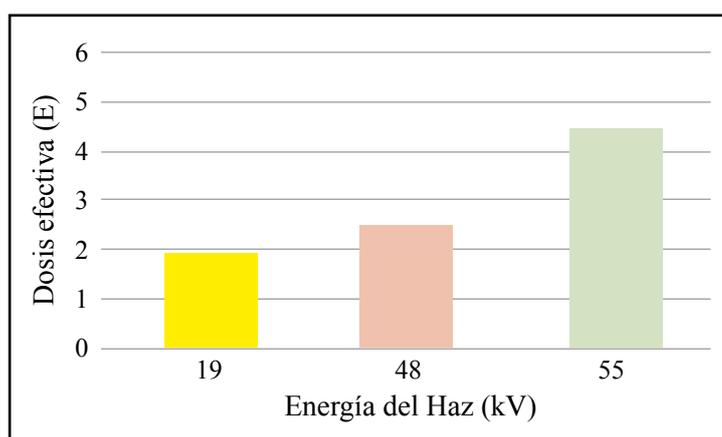


Figura 4. Aumento de la dosis efectiva respecto a la energía del haz

Paciente	Región del neonato que se expone	Dosis efectiva E (mSv)	Índice de dosis de tomografía CTDI _w (m Gy)	Producto dosis longitud DLP (mGy.com)	kV	mAs
Neonato 1 (N1)	cráneo	1,98	16	210	19	1,6
Neonato 2 (N2)	tórax	2,52	2	25	48	4
Neonato 3 (N3)	abdomen	4,41	2	50	55	4,5

Cuadro 3. Mediciones obtenidas de las lecturas de disímetros TLD y kavepímetro ECC 820 kVp (4)

menta la energía del haz y por ende la dosis efectiva (E), siendo el Kv y el mAs directamente proporcionales.

- a) En el gráfico de barras (figura 3) se observa una relación lineal entre el kV y el mAs, b) al igual que en la figura 4 se puede observar una relación directa entre la energía del haz kV y la dosis efectiva (E). Tanto en las gráficas a) y b) el color amarillo corresponde a una tomografía craneal, el color naranja representa una tomografía de tórax y el color verde corresponde a una tomografía abdominal de los tres pacientes neonatos.

DISCUSIÓN

Las medidas obtenidas en el cuadro 3 como dosis efectiva, CTDIw y DPL se calculan de acuerdo a definiciones de la OIEA y de la guía europea de criterios de calidad para tomografía computarizada, teniendo en cuenta que las exploraciones de cráneo se realizan en modo secuencial y las de tórax y abdomen en modo helicoidal.

Los valores de CTDIw y DPL serán aceptables siempre y cuando los valores de dosis efectiva se encuentren dentro de los rangos correspondientes.

Tomografía de Cráneo

De acuerdo a la Tabla 3 en la exploración de cráneo, se observa una disminución de la dosis efectiva en relación a las tomografías de tórax y abdomen, debido a que aumenta la distancia del campo de radiación a los órganos radiosensibles como es el cristalino del ojo. Los valores de dosis, energía del haz y carga máxima (mAs) se encuentran dentro de los valores indicados en las Tablas 1 y 2 normados por la OIEA. La tomografía de cráneo en neonatos se realiza en 1,5 s de tiempo de rotación y 7 mm de espesor de corte.

Tomografía de tórax y abdomen

De acuerdo al cuadro 3, los valores de kV, mAs y dosis efectiva de estas zonas tienen valores similares debido a la amplitud de la zona de estudio (diámetro del neonato de alrededor 16 a 24 cm, zona del tronco); por tanto, al aumentar el barrido de exposición se presenta un aumento de dosis, kV y mAs en dichos estudios. Los valores obtenidos en esta medición se encuentran dentro del rango que señalan los cuadros 1 y 2 de parámetros.

La tomografía de tórax y cráneo en neonatos se realiza en 1s de tiempo de rotación y 7 mm de espesor de corte.

El valor del kV en la tomografía de abdomen se considera alto aun cuando esté en el rango de medidas por lo que sería necesario disminuirlo para con ello reducir el nivel

de dosis y la exposición del neonato.

Se puede decir que existe una relación lineal entre el mAs y la dosis de irradiación (E), que conlleva el área donde se va a practicar el estudio tomográfico.

De acuerdo a los valores del cuadro 3 al reducir el kV también se reduce el valor de la dosis.

En cuanto a la dosis del dosímetro (D1), se estima tener una dosis promedio de los tres estudios tomográficos, una dosis de alrededor 0,02 mGy.

CONCLUSIONES

Los resultados de las dosis por examen tomográfico obtenidos en las exposiciones de cráneo, tórax y abdomen en los tres pacientes neonatos se encuentran bajo los parámetros de la Norma L-21 de la OIEA, por lo que se puede decir que los valores de energía del haz kV y carga máxima mAs del Tomógrafo Siemens Somatom Emotion, están en correcta calibración y el equipo, en correcto funcionamiento.

Las dosis resultantes de este trabajo se pueden tomar como puntos de referencia para estudios futuros no solo a nivel de los hospitales y centros imagenológicos del cantón Ambato sino a nivel nacional, ya no sólo realizando estudios en neonatos, sino a nivel neonatal-pediátrico, tratando a niños de hasta seis años de edad, para realizar comparaciones de dosis recibidas de acuerdo a edades y pesos de los pacientes en las diferentes tomografías realizadas, constituyendo así un punto de partida para futuras evaluaciones e implementación de acciones de optimización para la práctica pediátrica en los centros hospitalarios del Ecuador. A falta de un número indicado de neonatos para un estudio, se puede utilizar fantomas como botellas de agua cilíndricas con un volumen de 2500 ml, con un diámetro de 16 a 32 cm, fantoma apto para estudio y con una ventaja para el cálculo de CTDIw DPL.

En Ecuador existe falencia de información en el tema de Radiología Pediátrica, por

esta razón en dicho estudio se considera factores como blindajes plomados, protecciones plomadas y dosis efectivas en la sala de estudio; los exámenes pediátricos requieren especial consideración, dado que los factores de riesgo de incidencia de efectos estocásticos es mayor en los niños que en adultos por su inmadurez biológica de acuerdo a la norma de Radiología Pediátrica de la OIEA.

Referencias

1. Ruiz MdJ. Análisis Comparativo de Dosis. Madrid; 1992.
2. Nuclear IPdE. Normas Básicas de Protección Radiológica. In. Lima; 2013.
3. Infante Á. Control de Calidad en Radiodiagnóstico Convencional. Cuba Salud 2012. 2012 Dec.
4. I S, E C. 2005 Dec. Dosis en TC pediátricos. Revista de Física Médica. III (6).
5. Paniagua R, Cáceres G. 2011. Evaluación de dosis radiactiva en neonatos durante su estancia en UCI. Científico. Lima: Instituto Peruano de Energía Nuclear, División de Reactores Nucleares. Report No.: ISSN 1684-1662.
6. Molina JL. Radiología Pediátrica. Técnico. Málaga: Departamento de Pediatría; 2011.
7. Atómica OIdE. Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X. In Nuclear IPdE.; 2013. p. 5.
8. America RSoN. Radiologyinfo. Dosis de radiación en exámenes de rayos X y TAC. 2014: p. 8.
9. Menéndez S. Procedimientos de Protección Radiológica. In Instalación Radiactiva Central. Madrid; 2009.
10. Perkins AC. Nuclear Medicine Science and Safety. American College Society. 2000.
11. R JC, Villalobos C. Programa de Protección Radiológica. Técnico. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo de Madrid, Departamento de Radiología; 2001.
12. García C. 2005 Dec. Uso y abuso del estudio radiológico de esófago, estómago y duodeno en pacientes pediátricos: necesidad de una adecuada normativa y de una estandarización del examen. ScIELO. 11.
13. Mondaca R. 2006. Por qué reducir la dosis de radiación en Pediatría. ScIELO. 12.
14. Sánchez J. Normas y estándares de acreditación para servicios de urgencias pediátricas y otros de instrucción en medicina de urgencias pediátrica. Madrid; 2005.
15. Ramos N. 2013. Disminución de la dosis de radiación en el radiodiagnóstico. Scielo. 19(1).

SENSIBILIDAD A RADIACIÓN GAMMA DE SEMILLAS DE TOMATE *SOLANUM LYCOPERSICUM* EN TIEMPOS DISCRETOS

María Andrade, Fernando Escudero

Grupo de Biofísica Computacional (GBC),
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH),
Riobamba – Ecuador

R esumen

La creciente demanda en el consumo de tomate, como producto élite de la canasta básica familiar, ha constituido una de las razones claves para que los agricultores busquen nuevas técnicas que agilicen los tiempos de producción y cosecha del mismo, obteniendo productos de excelente calidad, para cubrir así las necesidades de los consumidores y evitar bajos niveles de producción. Esta investigación tiene por objetivo evaluar la radiosensibilidad y los valores de dosis estimulantes de rayos gamma provenientes de una fuente de ^{60}Co en semillas de tomate. Para su ejecución se procede a seleccionar e irradiar muestras de 80 semillas de la variedad *Solanum lycopersicum*, divididas en ocho grupos de 10 semillas cada uno, las mismas que luego son sembradas en condiciones controladas. Las dosis de radiación que se aplica van desde los 100 Gy hasta los 800 Gy sumando 100 Gy en cada grupo de irradiación. Todo el proceso va acompañado de un grupo de semillas testigo, las cuales no son irradiadas pero se ven expuestas a todas las condiciones físicas que sufren las semillas irradiadas. Al comparar las semillas irradiadas con las no irradiadas, se observan los cambios en el proceso de germinación y crecimiento, obteniendo patrones de radiosensibilidad según la dosis aplicada. Este estudio posibilita la determinación de los rangos de dosis en los cuales se ven efectos en el fenotipo del *Solanum lycopersicum*, las dosis comprendidas entre 100 Gy hasta 300 Gy presentan un efecto radioestimulante

Palabras claves: germinación, radiosensibilidad, rayos gamma, *Solanum lycopersicum*, dosis

A bstract

The increasing demand in the consumption of tomatoes, as an elite product of the basic family basket, has constituted one of the key reasons for farmer seek new techniques to speed production time and crop of the same one, obtaining products of excellent quality, to cover this way the needs of the consumers and to avoid low levels of productivity. The tomato is a horticultural fruit very important and popular in the diet of the inhabitants both in the national and international market due to its high nutritional value. This research aims to assess the radiosensitivity and values of stimulating dose of gamma rays from a source of ^{60}Co in tomato seeds. To run is to select and irradiate samples of 80 seeds of the variety *Solanum lycopersicum*, divided in eight groups of 10 seeds each, which are then grown in controlled conditions. Radiation doses applied range from the 100 Gy to the 800 by adding 100 Gy in each group of irradiation. The entire process is accompanied by a group of seeds witness, which are not irradiated but are exposed to all the physical conditions suffering from irradiated seeds. Compare seeds irradiated with non-irradiated shows changes in the process of germination and growth, obtaining radiosensitivity patterns according to the applied dose rates. This study enables the determination of the dose ranges which are effects on the phenotype of the *Solanum lycopersicum*, doses between 100 Gy – 300 Gy had a radiostimulant effect.

Keywords: germination, radiosensibility, beams gamma, *solanum lycopersicum*, dose

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el tomate está catalogado como uno de los tres productos de mayor incidencia en la inflación del país según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1, 2). Estudios realizados de la radiosensibilidad de semillas de soya a rayos gamma de ^{60}Co en el Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas demostró que la dosis aplicada en las semillas germinadas mayores de 280 Gy provoca una disminución en la altura de la planta y el número de hojas, evidenciando que se debe tener una adecuada dosis para generar una buena producción de la soya (3, 4, 5). Según otros estudios realizados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba, determinó que las dosis de rayos X aplicadas a las semillas y plántulas de distintas variedades de tomate no causan efectos dañinos, demostrando que para generar un efecto radioestimulante para la altura de la plantas, se necesitan dosis comprendidas entre 5-75 Gy y para la longitud de la raíz dosis entre 5-25 Gy, lo que indica que su aplicación en la práctica productiva sería recomendable para el crecimiento y desarrollo (6, 7). Posteriores investigaciones realizadas en la Escuela Politécnica Nacional determinaron que, al aplicar rayos gamma con una fuente de ^{60}Co a una distancia de 40 cm del centro de la fuente y 0 cm de altura con dosis desde 14 hasta 500 Gy a la papa superchola con plagas se reducía considerablemente la plaga contenida en la papa, evidenciándose que la dosis que se debe aplicar para reducir la plaga en la papa es de 100 Gy (8). En la presente investigación se pretende describir los efectos de diferentes dosis de rayos gamma de ^{60}Co sobre la germinación de las semillas y posterior crecimiento de las plántulas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum*, en un período de 2160 horas, por medio de la elaboración de una curva de radiosensi-

bilidad, pudiendo ser base de investigaciones del mismo tipo en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realiza en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en cooperación de la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN) dependencia del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

Los materiales utilizados son:

- 80 semillas de tomate de la variedad *Solanum Lycopersicum*
- 8 polímeros de polietileno de baja densidad
- 1 Irradiador de ^{60}Co marca J.L Shepherd and Associates Inc. Modelo 109-68
- 8 frascos de cristal
- 1 Gel agar
- Regla milimétrica

El método que se aplica consta de cuatro fases.

Primera fase: selección de semillas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum* en óptimas condiciones, sellarlas herméticamente en polietileno de baja densidad. Cada polímero debe contener 10 semillas.

Segunda fase: exponer las semillas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum* herméticamente selladas a dosis de rayos gamma en el irradiador de ^{60}Co marca J.L Shepherd and Associates Inc. Modelo 109-68 con una potencia de dosis de 14,42 Gy/min. Los valores de dosis que se aplica son: 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy, 500 Gy, 600 Gy, 700 Gy, 800 Gy para cada grupo.

Tercera fase: se usa un protocolo de cultivo in vitro para la siembra de las semillas del tomate de la variedad *Solanum lycopersicum* en condiciones de laboratorio controladas (temperatura, humedad y luz) después de haber sido irradiadas y el testigo sin irradiar (9, 10). Se cultiva las semillas en frascos de cristal con agar, un gel nutriente, con el que se obtiene un medio nutritivo (estado semisólido) el cual proporciona la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas. Se evalúa el porcentaje de germinación de las semillas a los cinco días.

Cuarta fase: las plántulas son subcultivadas en campo abierto. Se debe disponer de una temperatura del suelo de 18 °C – 20 °C, conjugadas con temperatura nocturnas del aire de 12 °C – 15 °C con cielo cubierto, o con suelo despejado de 16 °C – 18 °C, y las temperaturas diurnas no deben

Tabla dosis (Gy)	Cantidad de semillas	Semillas germinadas	Porcentaje de germinación (%)
0	10	10	100
100	10	10	100
200	10	10	100
300	10	10	100
400	10	7	70
500	10	4	40
600	10	2	20
700	10	0	0
800	10	0	0

Cuadro 1. Porcentaje de germinación en semillas irradiadas

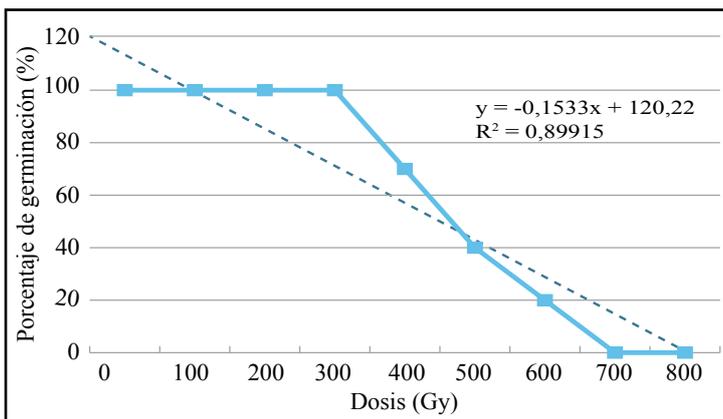


Figura 1. Curva de radiosensibilidad en la germinación

Tabla dosis (Gy)	Cantidad de plantas	Porcentaje de la altura de las plantas
0	10	100
100	10	101
200	10	101
300	10	99
400	7	83
500	4	67
600	2	52
700	0	0
800	0	0

Cuadro 2. Porcentaje de la altura de plántulas de *Solanum lycopersicum*

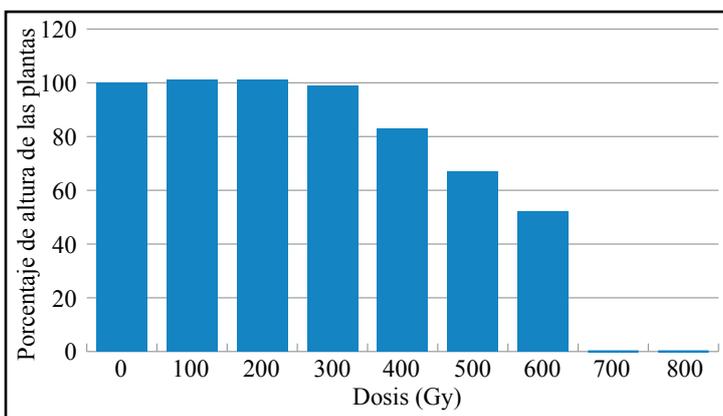


Figura 2. Porcentaje de la altura de las plantas

superar los 16 °C o 22°C con cielo despejado. La alimentación hídrica depende de la evapotranspiración de la planta. Se realizan pequeñas parcelas con etiquetas para separar y distinguir cada grupo en función de la dosis aplicada. Se mide la altura de las plantas (cm) desde la base hasta la yema terminal y el número de hojas a los 30 días. Se evalúa el porcentaje de supervivencia durante un período de 90 días de las semillas irradiadas y el testigo sin irradiar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra las dosis aplicadas a las semillas y la cantidad de las mismas que llegaron al proceso de germinación. Las semillas no irradiadas presentan un porcentaje del 100% de germinación, mientras que las semillas irradiadas muestran iguales características solo hasta los 300 Gy. Desde los 400 Gy hasta los 600 Gy se ve una reducción en la tasa de germinación. Para los 700 Gy y 800 Gy, ninguna de las semillas ha podido llegar al proceso de germinación.

Figura 1: se establece entonces que a partir de los 400 Gy empieza una inhibición en la germinación y, a partir de los 700 Gy, todas las semillas se han vuelto estériles (no se detectaron semillas germinadas).

Las semillas no irradiadas presentan una altura de 14,7 cm después de 30 días de la siembra en campo abierto. El cuadro 2 indica el porcentaje de la altura de las plántulas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum* irradiadas, evidenciándose un aumento en la altura (14,9 cm) para las dosis más bajas hasta los 300 Gy y una reducción considerable a partir de 400 Gy.

La figura 2 muestra el efecto de las radiaciones gamma en la altura de las plantas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum* que tienen un efecto radioestimulador cuando se aplican dosis bajas y disminuye a medida que la dosis absorbida se incrementa en las mismas.

La manifestación del número de hojas primarias en las plantas a los 30 días de cultivadas tuvieron un comportamiento similar al porcentaje de la altura, generándose un efecto radioestimulante en las dosis de 100 Gy hasta 300 Gy y un efecto radioinhibidor en las dosis de 400 Gy en adelante debido a que, durante los 15 días, no se había producido aun un par de hojas.

En el cuadro 3 y la figura 3, se observa el porcentaje del número de hojas en las plantas de tomate de la variedad *Solanum lycopersicum*.

El cuadro 4 y la figura 4 se muestra la supervivencia de las plantas después de 90 días (2160 horas) de evaluación. Tres plantas no sobrevivieron a esta etapa debido a los factores externos (condiciones climáticas), corroborando que las dosis de 100 Gy hasta 300 Gy al compararlos con el testigo tienen mejores condiciones.

CONCLUSIÓN

Las dosis letales que provocan la muerte celular inmediatamente son 700 Gy y 800 Gy, las mismas que no permiten la germinación de las semillas; las dosis de 400 Gy hasta 600 Gy reducen considerablemente la morfología de las plantas, generando un efecto inhibitorio, ya que pueden inducir a mutaciones en los tomates *Solanum lycopersicum*. Las dosis que van desde 100 Gy hasta 300 Gy son beneficiosas, ya que provocan un efecto radioestimulante en el número de hojas y la altura de las plantas, considerando una mejora en la calidad de la planta al compararlo con el testigo no irradiado. Se recomienda que se realicen estudios con dosis menores de 100 Gy para visualizar los efectos que suceden en plantas, para aplicarse en estudios que ayuden en la esterilización microbiana de las semillas o para buscar efectos beneficiosos en el crecimiento, resistencia, y desarrollo.

Tabla dosis (Gy)	Cantidad de plantas	Número de hojas
0	10	7
100	10	8
200	10	8
300	10	7
400	7	4
500	4	3
600	2	3
700	0	0
800	0	0

Cuadro 3. Número de hojas en plantas de tomate *Solanum lycopersicum*

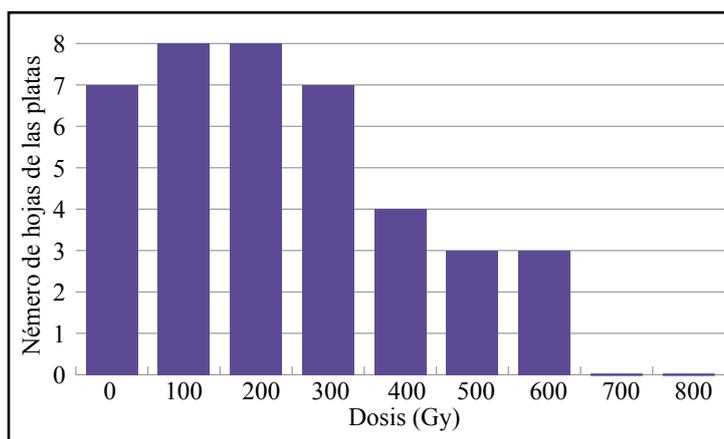


Figura 3. Número de hojas en plantas de tomate *Solanum lycopersicum*

Tabla dosis	Cantidad de plantas	Plántulas sobrevivientes	Porcentaje de supervivencia
0	10	10	100
100	10	10	100
200	10	10	100
300	10	9	90
400	7	6	60
500	4	4	40
600	2	1	10
700	-	-	-
800	-	-	-

Cuadro 4. Porcentaje de supervivencia de las plantas de tomate *Solanum lycopersicum*

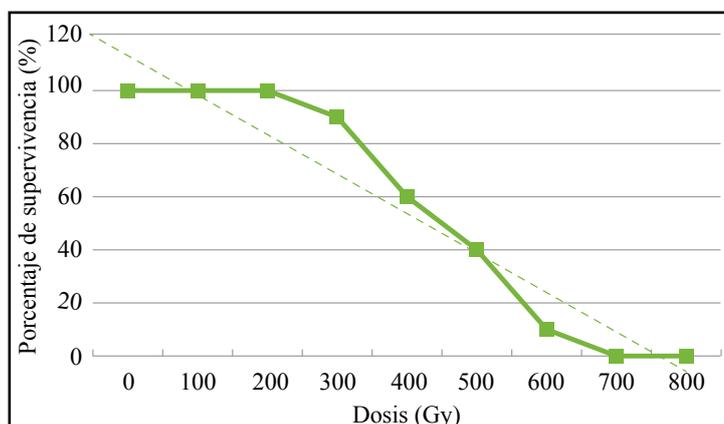


Figura 4. Curva de radiosensibilidad del porcentaje de supervivencia

R eferencias

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El cultivo del tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Paraguay: Ñemety; 2013.
2. Explored. El tomate, uno de los frutos infaltables en la mesa de los ecuatorianos. EXPLORED. 2012 Apr 10; p. 25.
3. de la Fé C, Romero M, Ortiz R, Ponce M. 2000. Radiosensibilidad de semillas de soya a los rayos gamma de ^{60}Co . Cultivos Tropicales. 21(2): p. 43-47.
4. Jorge Adán JA, Pedraz ME, Torres E, Martínez A, Sáenz-Romero C, Morales L. 2011. Efecto de rayos gamma ^{60}Co en nardo (*Polianthes tuberosa L.*). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (3): p. 445 - 458.
5. Iglesias-Andreu G, Sánchez-Velásquez L, Tivo-Fernández Y, Luna-Rodríguez M, Flores-Estévez N, Noa-Carrazana J, *et al.* 2000. Efecto de radiaciones gamma en *Abies religiosa* (Kunth) Schlttd. et Cham. Revista Chapingo. 1(16): p. 5-12.
6. Ramírez R, González LM, Camejo Y, Nircia Z. 2006. Estudio de radiosensibilidad y selección del rango de dosis estimulates de rayos X en cuatro variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Cultivos Tropicales (redalyc.org). 27(1): p. 63-67.
7. Ramírez Fernández R, González L, Fernández A, Camejo Y, González M. 2009. Efecto de las bajas dosis de rayos X en la estabilidad genética de plantas de tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2(3): p. 15 -23.
8. Tapia Jácome JE. Estudio de la acción de las radiaciones ionizantes gamma, en el control de la proliferación de la plaga de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*), en la semilla de la variedad "superchola". 2013.
9. Monográficos Ekonekazaritza. 2005. El tomate. Manual para su cultivo en agricultura ecológica. EKO. (2): p. 2- 4.
10. Ríos-Osorio O, Chávez-Servia J, Carrillo-Rodríguez J. 2014. Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. SciELO. 11(1): p. 35 - 51.

FRECUENCIA DE LA ENFERMEDAD BENIGNA DE LA GLÁNDULA MAMARIA MEDIANTE ESTUDIO CITOLÓGICO

¹Mercedes López, ^{1,2}Morella Guillén, ¹Morelva Toro

¹Grupo de Investigaciones Citológicas. Cátedra de Citología. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.

²Grupo de Investigaciones en Salud. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.
Contacto: morellaguillen@hotmail.com

R esumen

Se realizó un estudio de las citologías de la glándula mamaria procesadas en el Laboratorio de Citología Lic. Celina Sánchez Rincón, de la Cátedra de Citología Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, provenientes de la Clínica de Prevención del Cáncer de la Sociedad Anticancerosa de Mérida, en el período comprendido entre mayo de 1992 y mayo de 2012, con el objetivo de determinar la frecuencia de la enfermedad benigna mamaria. Las muestras fueron coloreadas con Papanicolaou y clasificadas en las categorías: benigna, atípica, maligna e insatisfactoria. La edad de las pacientes osciló entre los 14 y 84 años con una media de $39,84 \pm 11,72$. La patología benigna se presentó en el 78,34% de los casos y solo el 3,88% fueron considerados malignos. Cuando la muestra fue tomada por secreción, la enfermedad mamaria benigna más frecuente fue la galactorrea (48,62%) seguida de la ectasia ductal (38,26%). La condición fibroquística (40,80%) y el fibroadenoma (25,32%) fueron las enfermedades prevalentes en las muestras obtenidas por punción aspiración con aguja fina (PAAF). En conclusión, el estudio citológico es un método rápido, sencillo y de aplicación práctica. La interpretación final de la citología mamaria orienta al clínico sobre si la lesión es benigna, sospechosa o maligna y debe confirmarse con otros métodos diagnósticos.

Palabras claves: enfermedad benigna, glándula mamaria, citología, frecuencia, secreción, PAAF

A bstract

We performed a study of the mammary gland cytology smears processed in the laboratory of cytology Lic. Celina Sánchez Rincón, Cátedra de Citología Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, from the clinic of Cancer Prevention, Merida Anticancer Society, in the period between May 1992 and May 2012, with the objective of determining the frequency of benign breast disease. Samples were stained with the Papanicolaou protocol and classified as benign, atypical, malignant and unsatisfactory. The age of the patients ranged from 14 to 84 years old with an average of $39,84 \pm 11,72$. The benign disease was seeing in 78,34% of cases and only 3.88% were considered malignant. When the sample was taken by secretion, the most frequent benign breast disease was the galactorrhea (48,62%) followed by the ductal ectasia (38,26%). The fibrocystic condition (40,80%) and fibroadenoma (25,32%) were the most prevalent diseases in samples obtained by fine needle aspiration (FNA). In conclusion, the cytological study is a method fast, simple, and practical application. The final interpretation of the mammary cytology orients the physician if the lesion is benign or suspicious or malignant and should be confirmed by other diagnostic methods.

Keywords: benign disease, mammary gland, cytology secretion, FNA

INTRODUCCIÓN

El término enfermedad benigna de la mama engloba un grupo heterogéneo de lesiones que pueden presentar un amplio rango de síntomas o pueden detectarse como hallazgos microscópicos incidentales (1). Clínicamente se caracteriza por la aparición de una secreción o un nódulo. La secreción por el pezón en el sexo femenino es un motivo frecuente de consulta; se presenta en el 6,8% de las pacientes con sintomatología y solo el 5% tienen una lesión significativa. Se considera patológica si es espontánea, se origina de un solo conducto, es persistente y contiene sangre. La edad es un factor importante con respecto al riesgo de enfermedad maligna (29). Los nódulos mamarios también constituyen una causa común de consulta ginecológica, que genera ansiedad y preocupación tanto al clínico como al paciente, debido a la sospecha de un proceso maligno; la mayoría de las veces son descubiertos por la misma paciente y son, en general, de naturaleza benigna (3, 4).

En la evaluación de los nódulos, se indica la punción aspiración con aguja fina (PAAF), procedimiento ampliamente aceptado y confiable, con una alta sensibilidad y especificidad que permite separar las lesiones benignas de las malignas (5). El objetivo de esta técnica es proporcionar al clínico información relevante con miras a enfocar decisiones diagnósticas y terapéuticas apropiadas con un riesgo mínimo para la paciente (6, 4). Su sencillez y excelentes resultados brindan una posibilidad de mejor diagnóstico y tratamiento (4, 7-9).

Al estudiar las patologías de la glándula mamaria, los investigadores señalan que la mayoría de las lesiones son de naturaleza benigna, observándose cifras que varían entre el 59% y 88,38% (6, 7, 9, 10-12). La incidencia de las lesiones benignas comienza a aumentar en la segunda década de la vida con un pico en la cuarta y quinta década (1). Las condiciones benignas más frecuentes son los fibroadenomas, los cambios fibroquísticos y, con menor frecuencia, el papiloma intraductal, el galactocele y los lipomas, así como también los procesos inflamatorios (1,4, 9, 11, 13).

El objetivo de esta investigación fue determinar la frecuencia de la enfermedad benigna de la glándula mamaria mediante estudio citológico, en pacientes que acudieron a una consulta de pesquisa de cáncer en el período mayo 1992 a mayo 2012.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de las citologías de la glándula mamaria procesadas en el Laboratorio de Citología Lic.

Celina Sánchez Rincón, de la Cátedra de Citología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, provenientes de la consulta de pesquisa de la Clínica de Prevención del Cáncer de la Sociedad Anticancerosa de Mérida, en el período comprendido entre mayo de 1992 y mayo de 2012.

Las muestras fueron coloreadas con la técnica de Papanicolaou y, para la interpretación de los hallazgos citológicos, se valoraron los siguientes parámetros: tipos y características morfológicas de las células tales como disposición, cantidad de citoplasma, tamaño y forma del núcleo, distribución de la cromatina, tamaño y número del nucleolo; celularidad, presencia y cantidad de núcleos bipolares así como también el aspecto de la sustancia de fondo. Las muestras citológicas se agruparon dentro de las siguientes categorías: *benigna* cuando el material era representativo y las células epiteliales no presentaron ningún cambio citomorfológico; en este apartado se incluyeron mastitis, ectasia ductal, galactoforitis, galactorrea, papiloma, fibroadenoma, condición fibroquística, lipoma e hiperplasia ductal típica. En la categoría *atípica*, aquellas muestras en que la mayoría de las células eran benignas con algunos grupos que presentaron características morfológicas similares a las malignas, pero insuficientes para un diagnóstico definitivo de cáncer, como es el caso de la hiperplasia ductal atípica. En la categoría *maligna*, las muestras mostraban hipercelularidad, grupos celulares irregulares, tridimensionales y células aisladas con características de malignidad. Los casos que estaban constituidos solo por eritrocitos, coloración defectuosa, material mal preservado y ausencia o escasas células epiteliales, fueron clasificados como *insatisfactorios*. De la hoja de solicitud del examen, se obtuvieron datos referentes a la edad de las pacientes y a la forma de obtención de muestra: PAAF o secreción.

Para el análisis de los datos, se empleó estadística descriptiva y los resultados se expresaron en porcentajes; se utilizó el programa IBM SPSS Statistic Versión 17.

RESULTADOS

Se procesaron 1625 citologías de la glándula mamaria provenientes de pacientes de la Clínica de Prevención del Cáncer de la Sociedad Anticancerosa de Mérida, en el período 1992-2012. La edad osciló entre los 14 y 84 años, con una media de 39,84 años \pm 11,72. En la figura 1 se muestra la distribución de las pacientes por grupos etarios.

El 78,54% (1273/1625) de las citologías mamarias se categorizaron como de naturaleza benigna y solo 63 casos (3,88%) fueron interpretados como positivos para malignidad (cuadro 1).

De las citologías clasificadas como benignas, el 58% de las muestras fueron obtenidas por PAAF y el 42% por secreción. En el cuadro 2 se aprecia que los hallazgos citológicos más frecuentes por secreción espontánea del pezón fueron: la galactorrea (48,62%), la ectasia ductal (38,26%) y los inflamatorios en menor proporción (4,70%). Cuando la muestra fue obtenida por PAAF, la condición fibroquística fue la más frecuente (40,80%) seguida del fibroadenoma (25,32%), según se aprecia en el cuadro 3. En la figura 2 mostramos las imágenes citológicas características de la patología mamaria benigna encontrada en este estudio.

DISCUSIÓN

El estudio citológico ocupa un lugar importante dentro de la propeuéutica mamaria, ya que permite analizar las secreciones del pezón espontáneas o provocadas, así como las obtenidas por PAAF. La capacidad del estudio citológico para proporcionar un diagnóstico

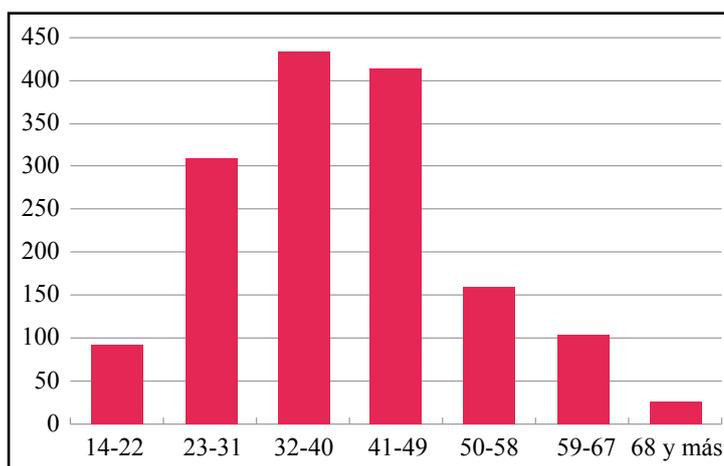


Figura 1. Distribución de las pacientes en grupos etarios

Categorización	Frecuencia n.º (%)
Benigna	1273 (78,34)
Atípica	35 (2,15)
Maligna	63 (3,88)
Insatisfactoria	254 (15,63)
Total	1625 (100)

Cuadro 1. Distribución de muestras citológicas de glándula mamaria. Período 1992-2012

Enfermedad mamaria benigna por secreción	Frecuencia n.º (%)
Ectasia Ductal	277 (38,26)
Galactoforitis	34 (4,70)
Galactorrea	352 (48,62)
Papiloma	61 (8,43)
Total	724 (100)

Cuadro 2. Frecuencia de la enfermedad mamaria benigna por estudio citológico de la secreción

Enfermedad mamaria benigna por PAAF	Frecuencia n.º (%)
Fibroadenoma	139 (25,32)
Lipoma	95 (17,30)
Condición Fibroquística	224 (40,80)
Hiperplasia Ductal	37 (6,74)
Mastitis	12 (2,19)
Total	549 (100)

Cuadro 3. Frecuencia de la enfermedad mamaria benigna por estudio del material obtenido por punción aspiración con aguja fina (PAAF)

confiable y la correcta clasificación de la enfermedad benigna de la mama es de gran significado para el manejo clínico (6, 11). En este estudio observamos que el 78,34% de las citologías mamarias eran de naturaleza benigna, coincidiendo con la mayoría de los investigadores que señalan que un alto porcentaje de las pacien-

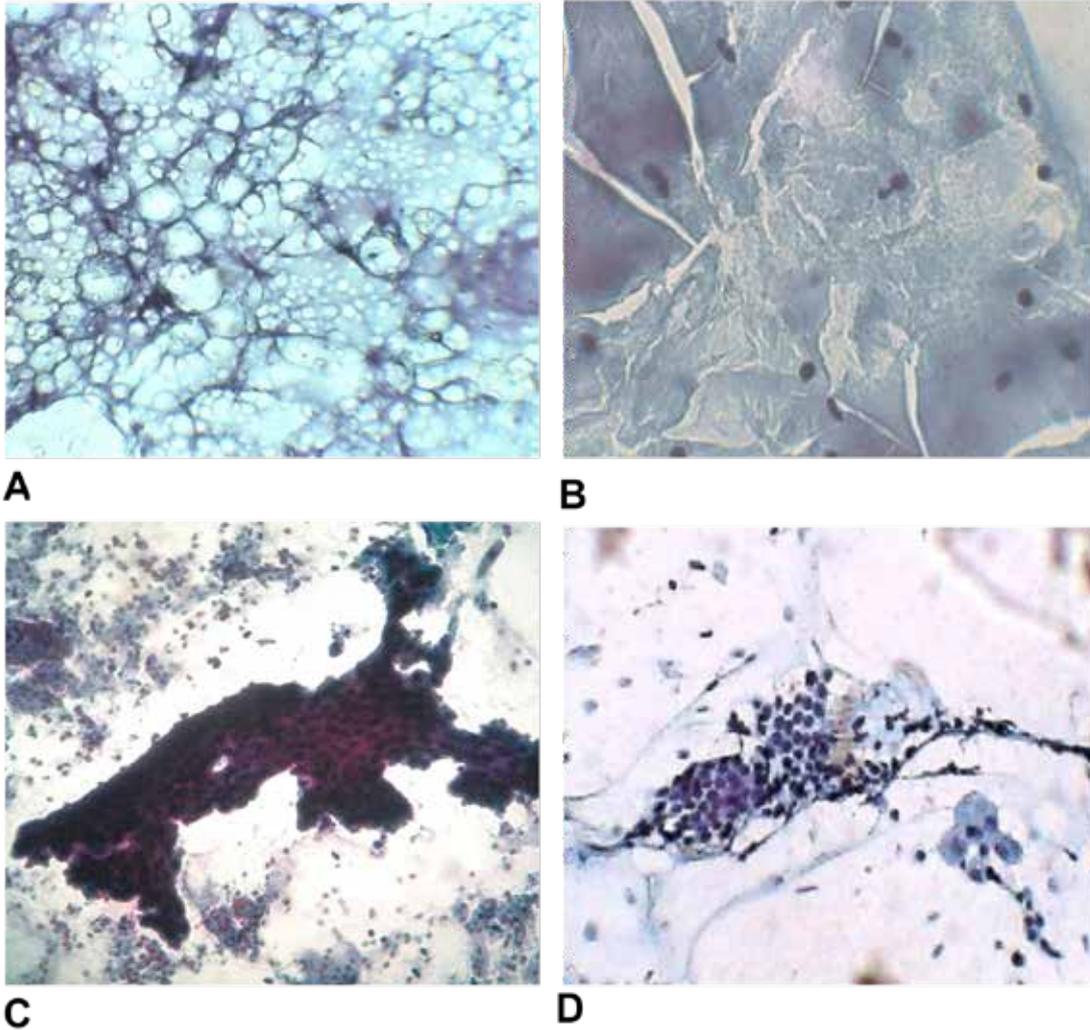


Figura 2. Citología de la enfermedad mamaria benigna. A) Galactorrea. Fondo lipídico acompañado de células espumosas. B) Ectasia ductal. Sustancia de fondo albuminosa que se agrieta por su densidad, se observan también células espumosas. C) Fibroadenoma. Grupos regulares de células ductales monomorfas con proyecciones digitiformes, acompañados de abundantes núcleos bipolares. D) Condición fibroquística. Placa de células ductales, núcleos bipolares y células espumosas. (20X).

tes con patología mamaria no son neoplásicas (1, 4, 8, 11, 12, 14-16).

La condición fibroquística (CFQ) es la alteración de la mama más susceptible de PAAF; aunque la patogénesis de esta entidad no está clara, parece que el desequilibrio hormonal juega un papel importante en su desarrollo, presentándose fundamentalmente en mujeres en edad reproductiva. La tasa de incidencia de aparición es difícil de precisar, esta se estima que afecta aproximadamente del 50% al 90% de las mujeres, en edades comprendidas entre los 30 y 50 años (1, 2, 17). En este estudio la CFQ se presentó en un 40,80% de las muestras, probablemente debido a que las mismas pertenecían a pacientes que se encontraban en edad reproductiva.

Los fibroadenomas son tumores benignos y una de las lesiones más comunes de la glándula mamaria; generalmente se presentan en mujeres muy jóvenes, por debajo

de los 25 años. Este tumor benigno ocupó el segundo lugar en frecuencia, representando el 25,32% de los casos. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Vásquez (14) y Sánchez (15) y difieren de lo observado por otros investigadores, quienes informan que el fibroadenoma es el hallazgo más común en las punciones realizadas (4, 11-13). La mayor frecuencia de fibroadenomas observada por algunos autores, podría estar relacionada con el número de mujeres jóvenes en la población estudiada. El fibroadenoma tiene lugar en un 25% de pacientes, cuyas edades oscilan entre los 20 y 30 años (18). En nuestra investigación, la mayoría de las pacientes se

encontraban en edades comprendidas entre los 32 y 49 años de edad.

La evaluación de las secreciones por el pezón permite esclarecer la causa que las origina, realizar diagnóstico precoz de una neoplasia o establecer conductas de manejo clínico de enfermedad benigna para eliminar las secreciones incómodas a la paciente (19). El cáncer de mama se ha asociado a telorreas de aspecto serosanguinolento, parduscas o de agua de roca particularmente cuando la secreción es unilateral, mas que a secreciones lechosas (20).

En nuestro medio, la galactorrea es la condición benigna que se manifiesta con mayor frecuencia (48,62%) con una secreción por el pezón, en algunos casos incluso, asociada a ectasia ductal. Este tipo de secreción ocurre en casos de desequilibrio hormonal inducido por drogas o secundario a una lesión pituitaria (21). Aún cuando la secreción lechosa no está relacionada con el cáncer de mama, es necesario realizar investigaciones para determinar la causa más común, dada su elevada frecuencia en nuestro medio.

Uno de los problemas en la práctica citológica diaria es el porcentaje de muestras insatisfactorias, sobre todo en las obtenidas por PAAF. El éxito de la citología en la detección precoz del cáncer depende de muchos factores, que incluyen además del tamaño, localización

y tipo histológico del tumor, la destreza y experiencia del que obtiene el material celular (11). El porcentaje de muestras insatisfactorias varía de institución a institución y generalmente es más baja cuando solo unos pocos individuos realizan la punción. La mayoría de los trabajos establecen que un rango de 6% a 20% de muestras insatisfactorias podría ser aceptable (22).

En este estudio, el porcentaje de muestras insatisfactorias fue 15,63%, coincidiendo con lo reportado por Sucre *et al*, en 2006, y Poganik y Krasovec, en 2004 (10, 11), quienes afirman que sus muestras son evaluadas por citopatólogos que poseen una experiencia sólida en el área. En líneas generales, cuando se es muy estricto en los criterios del diagnóstico citológico, el porcentaje de muestras insatisfactorias es elevado, pero el grado de certeza que se obtiene cuando una muestra es identificada como positiva para malignidad es elevado y al final, el prestigio de la técnica resulta reforzado (16).

CONCLUSIÓN.

1. La citología representa un método rápido, sencillo, de gran utilidad y aplicación práctica para evaluar la enfermedad de la glándula mamaria, pudiendo realizarse de rutina y además es ampliamente aceptado por la paciente.
2. El 78,33% de las citologías de este estudio eran de naturaleza benigna y las más frecuentes fueron la galactorrea y la ectasia ductal por secreción y la condición fibroquística y el fibroadenoma por PAAF.
3. La interpretación final de la citología mamaria orienta al clínico sobre si la lesión es benigna, sospechosa o maligna, lo cual justifica la conducta terapéutica que seguir y debe confirmarse con otros métodos diagnósticos.

Referencias

1. Guray M, Sahin A. 2006, Benign breast diseases: Classification, diagnosis and management. *The oncologist*. 11:435-449.
2. Santen R, Mansel R. Benign breast disorders. 2005. *N England J Med*. 353: 275-285.
3. Gallego G. 2005. Nódulo palpable de mama. *Rev Col de Obst y Ginecol*. 56:82-91.
4. Tiwari M. 2007. Role of fine needle aspiration cytology in diagnosis of breast lumps. *Kathmandu University Medical Journal*. 2:215-217.
5. Tabbara S, Frost A, Stoler M, Sneige N, Sidaway M. 2000. Changing trends in breast fine-needle aspiration: Results of the Papanicolaou Society of Cytopathology Survey. *Diagn. Cytopathol*. 22: 126-130.
6. Sierra C, de Larios NM, Tafuya F. 2005. Biopsia por aspiración con aguja fina de glándula mamaria. Correlación citohistológica. *Rev Fac Med*. 48:183-186.

7. Chaiwun B, Settakorn J, Ya-In C, Wisedmongkol W, Rangdaeng S, Thorner P. 2002. Effectiveness of fine-needle aspiration Cytology of breast: análisis of 2375 cases from Northern Thailand. *Diagn Cytopathol.* 26:201-205.
8. Chaiwun B, Sukhamwang N, Lekawanvijit S, Sukapan K, Rangdaeng S, Muttarak M, *et al.* 2005. Atypical and suspicious categories in fine needle aspiration cytology of the breast: histological and mammographical correlation and clinical significance. *Singapore Med. J.* 46:706-709.
9. Choi YD, Choi YH, Lee JH, Nam JH, Jung SW, Choi C. 2004. Analysis of fine needle aspiration cytology of the breast: a review of 1297 cases and correlation with histologic diagnoses. *Acta Cytol.* 48:801-806.
10. Sucre L, Saldivia F, Capocefalo M, Rebolledo V, Miranda J, Quijada O. 2006. Valor de la citología por punción con aguja fina en la glándula mamaria. *Rev Venez Oncol.* 18:1-8.
11. Pogacnik A, Us-Kraovec M. 2004. Analysis of routine cytopathologic reports en 1.598 histologically verified benign breast lesions. *Diagn cytopathol.* 30:125-130.
12. Ancona M, Martínez N. 2002. La biopsia por aspiración con aguja fina en glándula mamaria: Diagnóstico citológico y concordancia histológica y clínica. *Rev. Hosp Gral M Gea González.* 5:79-84.
13. Amr S, Saudi A, Ilahi F, Sheikh S. 1995. The spectrum of breast diseases in Saudi Arab females: a 26 year pathological survey at Dhahran health center, *Ann Saudi Med.* 15:125-132.
14. Vásquez S. Citología mamaria. En: Ed Hernández G. Unidad de mastología. Hernández G, *Avances en Mastología.* Caracas: Tecnoforma Internacional; 1992, p. 59-73.
15. Sánchez C. Citología de la glándula mamaria. Trabajo de ascenso. Mérida: Facultad de Farmacia. Universidad de Los Andes; 1981
16. Serpas-Cruz F, 2001. Citología por aspiración con aguja fina de las mamas. Reporte de 674 casos. IV Congreso virtual hispanoamericano de anatomía patológica. [Internet]. Disponible en <http://conganat.uninet.edu/IVCVHAP/PDF/C010.pdf>. fecha de acceso: 1 de octubre de 2015.
17. Mur E, Coco J, Tost R, Alderete J, Mozzatti A. 2003. Displasia mamaria. Revisión. *Rev de Post de la Via Cát de Medicina.* 133:12-15.
18. De Agustín-Vásquez A, Rodríguez-Costa J, Izquierdo-Fernández M, Martos-Peregrin J, Coca-Menchero S, Moreno-Muro M, *et al.* Punción aspiración con aguja fina de la mama. [Internet]. Disponible en <http://conganat.uninet.edu/IIICVAP/conferencias/010/texto/htm>.
19. Hussain A, Policarpio C, Vincent M. 2006. Evaluation nipple discharge. *Obstet Gynecol Surv.* 61:278-283.
20. Gioffré F, Famá F, Giabobbe G, Pollicino A, Scarfó P. 2003. Nipple discharge: personal experience with 2.818 cases. *Chir Ital.* 55:357-364.
21. Tetrick J. 1980. Nipple discharge. *Am Fam Physician.* 22:101-103.
22. Freitas J, Reboucas M, De Sousa G, Hardy E, Paulinelli R. 2005. Fine-needle aspiration biopsy for breast lesions: a comparison between two devices for obtaining cytological samples. *Sao Paulo Med J.* 123: 271-276.

CARTA DE MOTIVACIÓN PARA COMUNIDAD ESPOCH-ECUADOR

Jorge Mírez - jmirez@uni.edu.pe

Todo inicia cuando comenzamos a conocer el mundo al lado de nuestra familia. Lo encontramos lleno de personas de quienes poco a poco vamos aprendiendo sus nombres y cómo son en su forma de ser; así mismo, las reglas que nos impone la sociedad en lo que debemos aprender, vestir, pensar, expresar y hasta cómo portarse... todo eso crea paradigmas que, como un código de computadora, se van grabando en nuestro subconsciente. Asegurada nuestra supervivencia mediante varias técnicas, nos ponemos a aprender, comprender y descubrir lo que hay en la naturaleza que nos envuelve. Eso es algo natural y propio del ser humano, es algo que nos diferencia de cualquier otro mamífero. Entonces encontramos por lo general padres, tíos, hermanos entusiastas en que aprendas a hablar, caminar, en que aprendas las cosas por su nombre y que los sepas reconocer.

Y en ese devenir de ver cosas, personas, actitudes, actividades sociales, encontramos que hay algo que más emociona y que, en nuestro aprendizaje cerebral, ocurren mil figuras, ideas y sentimientos unos más fuertes que otros, debido a que llevamos algo de carga genética de nuestros padres. Y ellos, entusiastas de acuerdo a su experiencia, enfocan en nuestro aprendizaje de escuela, algunos temas más que otros y de pronto nace una chispa por querer lograr algo, por algo que te gusta más que otras cosas, la vocación, el ánimo de dedicarse a algo se forma en la niñez, los que siguen esa luz de inspiración no ven las horas del día pasar, el trabajo es agradable, y por lo general, son la envidia sana y mala del resto. Esa es la diferencia entre vivir y sobrevivir.

Nací en una ciudad bonita del norte del Perú, Chota, por ello me dicen que soy Chotano, lo soy y moriré identificán-

dome con esa pequeña patria ahora añorada a la distancia. Esa identidad marca muchas cosas del medio que en aquellos años de los setenta y ochenta, mi formación temprana tuve.

Mi padre, profesor de escuela rural, que en la limitación de los recursos propios de su bajo sueldo, pudo confeccionar y darme juguetes sencillos como formas geométricas tridimensionales de madera como un cubo, esfera, pirámide, pirámide truncada, cono, entre otras; verle la noche en la máquina de escribir Olympia a mero tecleo y teñido de la cinta, los numerosos poemas, cuentos y documentos de su trabajo a luz de lámpara de keroseno. Eran sus charlas entusiastas acerca de astronomía, viajes espaciales, la forma como contaba acerca de descubrimientos y tecnologías desarrolladas en países extranjeros, la emoción de que hacia el año 1969 pudo ver en la transmisión de TV como el hombre alunizaba... ¡Qué emoción! El espacio, lo desconocido, la tecnología espacial... el contemplar en el precioso cielo de mi Chota las estrellas, la Luna, los satélites pasar al atardecer y los meteoritos destellar en el suave silencio de la noche. Eran mis cuatro años en que recuerdo esas ideas fijarse y tomarlas como propias.

Cierto día en la Facultad de Ciencias de la UNI, andaba por el cuarto piso mirando los murales; de pronto, mi amigo Abraham estaba por ahí y me dijo de una convocatoria sobre una simulación de vida en Marte publicada en el portal web de la UNI... “velo, *brother*, quizá te pueda interesar” (la clásica de Abraham). Revisé, postulé y salí seleccionado y comandando la tripulación 140 Team Perú II en el Mars Desert Research Station . MDRS. Con mucho esfuerzo y apoyo de los amigos y autoridades de mi ciudad, que es por ellos que fue posible, un 10 de abril de 2014, entramos al MDRS. Ese día se cumplían los 50 años del viaje de Gagarin, la emoción no podía ser de la mejor. Ahora considero que soy tan buen dirigente grupal, pero ahí le íbamos. La cosa es que con Gerardo y el Sr. Teófilo habíamos desarrollado y construido partes de una bicicleta camilla, una mochilla de metal ergonómica para astronauta, y Terry Ancasi de ICA nos mandó un robot araña que venía a ser parte del equipamiento de la mochilla. Solo pudimos hacer una simple configuración en Perú y durante varios días trabajé en el taller del MDRS fabricando las demás piezas, diseñando, corrigiendo , probando, mejorando. Al llegar cada noche las banderas de

Perú y de los Estados Unidos de América nos despedían del taller. Pasaron los 14 días de la tripulación 140 y pude quedarme los siguientes 14 días de la tripulación 141, es decir me quede 28 días. Al día 29 que era para regresar me sentía tan entusiasmado como el primer día, es decir, soy buen candidato para ir a Marte en un viaje de 500 días o a la Luna por un par de meses je je... Entonces, en esos días adicionales, mejoré el diseño, lo probamos en campo y la prueba final era el día 28... Era ya la tarde y salí manejando la bicicleta desde el Hab mientras que Alejandro estaba en su camioneta para las tomas de fotos y videos, yendo adelante o pasando atrás para la mejor toma. Ese día, con mi traje y casco simulado de astronauta, con el aire movilizado por el sistema de ventilación que construí y manejando la bicicleta en ese terreno rojizo del desierto de Utah... todo el camino recorrido pasaba ante mis ojos, veía a mi padre contándome sobre los planetas, mis amigos de infancia leer conmigo las revistas de NASA o filosofando ante las huellas redondas del pasto comido por vacas atadas a una estaca pensando que eran platillos voladores, ese momento era el final momentáneo de todo un camino que inicie cuando tenía cuatro años, luego de 35 años a veces con claridad en la mente, a veces totalmente desesperado, pedaleé lo mejor que pude, no se de donde salieron tantas fuerzas para recorrer esos kilómetros con estos malos pulmones... era el momento por el que tanto me había sacrificado y mucha gente se sacrificó quizá mucho más para que se dieron. Los sueños de niñez son para lograrlos e ir a la tumba dejando un grato recuerdo, pues, como humanos, estamos codificados para hacer algo bueno, sea pequeño o impactante. Quizá por desconocimiento tomamos caminos y decisiones equivocadas, tenemos que ser cuidadosos en que cuando estamos en la oscuridad es mejor ser ermitaño que hacer daño. Aún hay mucho por recorrer, lo poco lo comparto en *blogs*, hay gente joven que quizás puede hacer de este mundo mejor, hay gente que podría alegrarnos con su ingenio e inteligencia, esa es la esperanza de mi generación. La edad nos hace olvidar, los problemas nos fuerzan a olvidar cosas, dejar algún aporte basta con que una chispa se ilumine es ya un balance positivo quien sea que sea. Somos apasionados de la ciencia, del espacio

y de la tecnología espacial. Aún tengo la forma de pensar e imaginar infantil con la que mejor he aprendido a aprender y explicar. Todos tenemos esa forma, pero el *bullying* social y escolar hace que muchas personas que bien pudieron ser luceros se opaquen antes de comenzar a brillar. Tengan ánimos de seguir lo que más les motiva, si ello no es rentable, tomen por mientras algún camino rentable pero, cuando puedan, regresen a su pasión. Lo que he podido hacer quizá no sea algo notable, es una simple historia, mas espero que entre quienes lean estas líneas estén aquellos llamados a acuñar su nombre en la historia. Todas las metas se pueden lograr, con esmero, estudiando, preparándose, siendo optimistas, perseverantes. Muchos detalles y hechos no he descrito, algunos muy alegres otros muy dolorosos, otros llenos de esperanza, otros de terrible remordimiento de culpa. Pero entre jugar a los cuatro años un 1979 pensando en que objetos de madera eran las cosas del espacio y estar parado un agosto de 2014 en el NASA Jhonson Space Center junto con Peter, Analissa, Humberto y Gerardo, hay un largo camino, pero que es posible lograrlo desde la nada habrá quienes han logrado más y mejor con más o menos apoyo, pero doy fe de que sí se puede lograr las cosas buenas, así que, mi estimado lector, no te quejes de las limitaciones que puedas tener. Cuando logres tus metas comprenderás que por algo es el camino que seguirás cuando ya logres un premio: trabajar en un lugar deseado, estar parado en algún lugar emblemático del mundo o estar bastante contento en tu vejez por que tuviste claro el motivo de tu existencia y pudiste dar lo mejor que pudiste dar.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Temática y difusión

PERFILES (ISSN 1390-5740) es una revista científica publicada por la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Riobamba, Ecuador) con **periodicidad semestral**, cuya misión es difundir la información científico-tecnológica relacionada con las áreas del conocimiento predominantes en nuestra institución y ramas afines. El principal objetivo de la revista es la publicación de artículos originales o de revisión, comunicaciones breves, informes técnicos, normas, especificaciones, cartas al editor, comunicaciones a congresos y, en definitiva, otros contenidos que resulten de interés para la comunidad científica.

Áreas temáticas

- Física Aplicada
- Química Aplicada
- Matemática Aplicada
- Estadística Aplicada
- Energías Alternativas
- Ciencias Ambientales
- Biotecnología
- Fitofarmacia
- Enfermedades Infecciosas
- Nutrición y Bromatología
- Bioquímica
- Industria Farmacéutica
- Atención Farmacéutica
- Farmacología y Toxicología

Presentación y estructura de los manuscritos

Página web

La revista PERFILES dispone de página web, donde se encuentran disponibles todos los formatos referidos en el presente texto:

http://iner.esPOCH.edu.ec/Revista_Cientifica/Index.html

Política de autoría y exclusividad

Los artículos deben de ir acompañados de un documento firmado por todos los coautores, o en su defecto mediante fir-

ma de representación del autor principal, donde se incluya:

- Declaración de autoría firmada por autor principal y coautores que han intervenido en la planificación, ejecución, obtención de datos, interpretación de resultados, así como en su redacción y revisión. Nombre, apellidos, dirección, teléfono, fax y correo electrónico del autor de contacto —en el apartado autores del cuerpo del manuscrito se diferenciará mediante el símbolo * precediendo al nombre—, y nombre, apellidos y correo electrónico de los coautores.
- Consentimiento del autor principal y coautores sobre el carácter original de los contenidos del artículo, y de no incurrir en delito de plagio.
- Consentimiento informado de que el Grupo Editorial de la revista PERFILES se reserva los derechos de autor (*Copyright*) de los manuscritos recibidos y aceptados para su publicación.

El mencionado formato se encuentra disponible en la página web de la revista PERFILES bajo el título DECLARACIONES UNIFICADAS.

Normas generales sobre la estructura del artículo

Los manuscritos serán enviados *on-line* en formato DOC o DOCX de Microsoft Word®. Se utilizarán páginas tipo A4 con formato por defecto de márgenes (2,5 superior e inferior, y 3 derecho e izquierdo). Interlineado: 1,5 líneas. Tipo de fuente: Times New Roman tamaño 12 para el texto general, y 14 negrita para títulos y subtítulos contenidos en el texto. Los contenidos adicionales —tablas, figuras, gráficos— se enviarán en un documento independiente identificados como Tabla 1, Tabla 2, Figura 1, Gráfico 1, etc. Al final de dicho documento de incluirán las leyendas identificadas del mismo modo para que quede clara su equivalencia con las tablas, figuras y gráficos adjuntos. La extensión de cada artículo deberá estar entre 5 y 10 páginas.

La primera página debe contener

1. Título completo del artículo. Deberá ser claro y conciso (máximo 18 palabras). El título será representativo del contenido del manuscrito. Tipo de fuente: Times New Roman tamaño 16 (negrita). Máximo 20 palabras.
2. Nombres completos de autor y otros coautores. Los nombres de los autores se escribirán en minúsculas con la primera letra en mayúscula. Los nombres y apellidos compuestos se unirán mediante un guión (Ej. Jesús-Javier). Cada autor irá precedido de un número en superíndice que se identificará con la institución

de pertenencia o correspondiente afiliación. Tipo de fuente: Times New Roman tamaño 14.

3. Resumen o *abstract* en español e inglés. De 150 a 200 palabras. Resumirá el marco teórico que justifica el trabajo realizado, objetivos bien definidos, métodos empleados, resultados y principales conclusiones.
4. Palabras clave. Máximo 6 palabras que definan los puntos más importantes del trabajo.

Elementos principales del manuscrito

Introducción. Su función es identificar el marco teórico del tema tratado, que será contextualizado con el fenómeno investigado para determinar los objetivos generales y específicos del trabajo. No debe contener excesivas referencias bibliográficas ni abreviaturas.

Material y métodos. Este apartado debe informar de toda la metodología y materiales experimentales utilizados. Al mismo tiempo permitirá que el ensayo sea reproducible en las mismas condiciones que las indicadas por los autores. Si se ha recurrido a procedimientos diseñados y publicados por otros autores, deberán citarse dichas publicaciones.

Resultados. Contiene toda la información relativa a los hallazgos obtenidos, una vez aplicados los métodos estadísticos (en caso de necesidad). Puede incorporar tablas, diagramas, o cualquier otro elemento adicional que amplíe y/o facilite la presentación de los resultados.

Discusión. Análisis en profundidad de los datos obtenidos, comparándolos con los de otros autores. En este apartado se deben debatir los resultados más novedosos e importantes, su contribución, aplicabilidad, etc.

Conclusiones. Respuestas claras, directas y concisas a las preguntas u objetivos iniciales del estudio. Puede incluir propuestas de nuevas líneas de investigación basadas en los resultados discutidos o nuevas hipótesis, siempre que estén bien sustentadas por los resultados.

Agradecimientos. Personas o instituciones que han contribuido de alguna forma en la

investigación o redacción del texto, ya sea mediante financiación, aportación de conocimientos o actividad investigadora.

Conflicto de intereses. Indicar si existen intereses particulares por parte de los autores o de la entidad científica que pudiesen afectar directa o indirectamente a los resultados.

Referencias bibliográficas. Tanto en el texto (citas) como en la bibliografía la referenciación debe cumplir con los estándares del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas (CIDRM) o Estilo Vancouver. La incorporación de bibliografía gris o contenidos de dudosa procedencia o calidad científica (en especial de origen web) será considerada un error grave y motivo de rechazo de la propuesta de publicación. Las publicaciones utilizadas en la bibliografía deberán pertenecer a revistas indexadas con su correspondiente identificador: DOI (Digital Object Identifier), ISBN (**I**nternational **S**tandard **B**ook **N**umber) o ISSN (**I**nternational **S**tandard **S**erial **N**umber).

Para facilitar la revisión de estos elementos por parte de los autores, hemos puesto a su disposición una tabla con los PUNTOS DE CONTROL AUTORES más importantes, o *checklist*.

Estilo Vancouver adaptado a la revista PERFILES. Resumen

Dada la política de referenciación de la revista PERFILES, a continuación solo se explican aquellas referencias permitidas por la revista.

Referenciación de las citas dentro del texto:

Las referencias deben ir numeradas por orden de aparición con números arábigos y entre paréntesis.

Ejemplo: El principal efecto de los IMAO es la inhibición de la monoamino oxidasa (1), una enzima implicada en la degradación de neurotransmisores (2)...

Si en la misma cita se incluyen más de una referencia, estas irán juntas entre paréntesis y separadas por comas. Si estas referencias son consecutivas, se pueden unir la primera y última mediante un guión, prescindiendo de las centrales.

Ejemplo: El principal efecto de los IMAO es la inhibición de la monoamino oxidasa (1,4,7), una enzima implicada en la degradación de neurotransmisores (2-5,7)...

Los autores de la revista PERFILES pueden decidir si desean firmar sus publicaciones con uno o dos apellidos, siempre que en el segundo caso estos vayan unidos mediante guión: Morales-López M, Yuste-Brioso E.

Redacción de las referencias bibliográficas:

En el apartado bibliografía o referencias, los artículos empleados aparecerán en el mismo orden que en el texto principal y precedidos de un número arábigo que indicará dicho orden de aparición.

Ejemplo:

El principal efecto de los IMAO es la inhibición de la monoamino oxidasa (1), una enzima implicada en la degradación de neurotransmisores (2)...

En el ejemplo que venimos utilizando la bibliografía se escribiría:

1. Cáceres-Morales JM. 2003...
2. Chozas G, Prieto-Rodríguez F. 2000...

Libros:

Autor/es (en orden de aparición). Título. Volumen. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año.

Ejemplo: Morales F, Francis RD, Moreira J. Guía práctica de diagnóstico de laboratorio. Vol 2. 13ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2006.

Capítulos de libros:

Autor/es del capítulo (en orden de aparición). Título del capítulo. En: Director/ coordinador/ Editor literario del libro. Título del libro. Volumen. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año. p. Página inicial de capítulo-página final de capítulo.

Ejemplo: Robert T, Hobbs DG. Alteraciones clínicas más comunes en la encefalopatía espongiiforme bovina. En: Furiase R, Falconi HM, editores. Enfermedades bovinas frecuentes. Vol 3. 14ª ed. México: McGraw-Hill; 2010. p. 203-245.

Artículos de revistas:

Autor/es del artículo (un máximo de 6 autores en orden de aparición, a partir del sexto autor se escribe “et al.”). Año. Título del artículo. Abreviatura de la revista. Volumen (sin Vol., solo el número): páginas.

Ejemplo 1: Romero C, Barón SD, Morales M, Pazmiño JR, Figueroa B, Fernández F, *et al.* 2012. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol. 3: 14-18.

Si los autores son menos de 6, se escriben todos.

Ejemplo 2: Romero C, Barón SD, Morales M. 2012. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol. 3: 14-18.

Si el autor es una organización, escribiremos el nombre de la organización en el lugar donde aparece el autor/es.

Ejemplo: Organización Mundial de la Salud. 2012. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol. 3: 14-18.

Cuando lo que citamos es el suplemento de un volumen de una revista, se indica después del volumen:

Ejemplo: Romero C, Barón SD, Morales M, Pazmiño JR, Figueroa B, Fernández F, *et al.* 2012. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol. 3 Suppl 1: 14-18.

Si estamos citando una revista que no tiene número ni volúmenes, se indicarán las páginas.

Ejemplo: Romero C, Barón SD, Morales M, Pazmiño JR, Figueroa B, Fernández F, *et al.* 2012. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol. 14-18.

Artículos de revistas disponibles en Internet:

Debe indicarse entre corchetes después del nombre de la revista [Internet] y después del año [fecha de consulta]. Al final se indica “Disponible en: URL”

Ejemplo: Morales M, Pazmiño JR. Estudio epidemiológico de la leishmaniosis en el sur de Almería. J Parasitol [Internet]. 2012 [citado 14 enero 2004]; 3: 14-18. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/...>

Libros o monografías disponibles en Internet:

Autor/es. Título. [Internet]. Edición. Lugar de publicación: Editorial; fecha de publicación. [fecha de última actualización; fecha de consulta]. Disponible en: URL.

Ejemplo: Morales M. Instituciones públicas y su dirección. [Internet]. 53ª

ed. Barcelona: Alba Editorial; 2006 [actualizado 12 enero 2010; citado 14 enero 2014]. Disponible en: <http://www.albaeditorial.com/science/book/pii/...>

Página web de una sede oficial:

Sede Web [Internet]. Lugar de publicación: Editor; Fecha de comienzo [fecha de última actualización; fecha de consulta]. Páginas [o pantallas aproximadas]. Disponible en: URL.

Ejemplo: Portal andaluz de economía [Página principal en Internet], Andalucía: Moreira F; 2007 [actualizada en febrero de 2011; acceso 16 febrero 2011]. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.mnec.gob.es/>

Programas informáticos:

Autor/es. Título [programa informático en "tipo de soporte"]. Versión del producto. Lugar: Empresa que lo ha fabricado o programado; año.

Ejemplo: Núñez R. Gestión integral de auditorías internas [programa informático en CD-ROM]. Versión 4.0. Quito: Núñez Entertainment; 1995.

Base de datos:

Autor/es. Título [base de datos en "tipo de soporte"]. Edición. Lugar: Empresa que lo ha fabricado o programado; año.

Ejemplo: Núñez R. Datos generales sobre demografía ecuatoriana [base de datos en CD-ROM]. 3ª Ed. Quito: Núñez Databases; 1995.

Actas de congresos o eventos:

Editor/es. Título del trabajo. Título del congreso; fecha del congreso; lugar del congreso. Lugar de publicación: editor; fecha.

Ejemplo: Hoffern G, Longier TG, editores. Papel de las células hepáticas en el estudio de los tumores. X Congreso

Ibérico del Cáncer; 2004 Sep 12-18; Madrid. Barcelona: Springer; 2005.

Ponencias en congresos:

Autor/es. Título del trabajo. En: Editor/es. Título de la obra. Título del congreso; fecha del congreso; lugar del congreso. Lugar de la publicación: editor; fecha. Páginas.
Ejemplo: Hoffern G, Longier TG. Papel de las células hepáticas en el estudio de la leishmaniosis. En: Morales M, Morillas F, editores. Parasitosis más frecuentes en la Península Ibérica. X Congreso Ibérico de Parasitología; 2004 Sep 12-18; Granada. Madrid: Springer; 2005. p. 236-240.

Tesis doctorales (tesis de posgrado o PhD.):

Excepcionalmente se admitirán tesis de posgrado con contenidos de gran relevancia sobre los temas tratados y resultados o conclusiones de tal originalidad que no puedan encontrarse entre los artículos disponibles en la web u otros medios físicos.

Autor/es. Título de la tesis [tesis doctoral]. Lugar de publicación: editor; fecha.

Ejemplo: Fernández-Ruiz L. Estudio de la actividad antimicrobiana de aceites esenciales [tesis doctoral]. Riobamba: ESPOCH; 2008.

Informes de patentes:

Autor/es, inventor/es; titular de la patente, asignado. Título de la patente. País de expedición de la patente código del país número de la patente. Fecha de publicación.

Ejemplo: Morales-Martínez J, Navarro f, inventores; Navarro Research SL, asignado. Producto antimicrobiano obtenido del aceite esencial de *Thymus vulgaris*. Spanish patent ES 2536941. 2009 Mar 3

Otros tipos de publicaciones aceptadas:

Artículos de revisión. La estructura de las revisiones se adaptará a los contenidos y temática abordados, no siguiendo la estructura de los artículos originales (comentada en el anterior apartado). El número de referencias debe ser muy superior al de los artículos originales (entre 60 y 100 citas), de modo que todos temas desarrollados tengan suficiente fundamento bibliográfico como para justificar los datos presentados. La extensión de este tipo de documentos se situará entre 10 y 20 páginas.

Comunicaciones o artículos breves, comunicaciones a

congresos o seminarios. La estructura de este tipo de manuscritos será igual o similar a la de los artículos originales, diferenciándose solo en la extensión de los trabajos: máximo 3 páginas. En el caso de los informes técnicos, podrán llegar a 5 páginas, y su estructura podrá variar de la del artículo original en función de los contenidos. En este tipo de publicaciones el material adicional (tablas, artículos, gráficos, etc.) estará limitado a 4 elementos.

Cartas al editor. Estos textos se caracterizarán por contener información puntual de interés general relacionada con las líneas temáticas de la revista o con la propia comunidad científica, así como reflexiones o correcciones de algún artículo publicado en volúmenes anteriores. El número máximo de páginas para estos trabajos será de 1,5 a 2.

Selección, revisión y corrección de los manuscritos

Criterios de evaluación inicial

Los manuscritos recibidos serán sometidos a una valoración inicial por parte del equipo editorial atendiendo a los siguientes criterios:

- Orden de recepción. Los artículos serán incorporados al proceso de validación en estricto orden de entrada. Esta premisa se respetará a menos que su contenido o relevancia justifiquen el ingreso inmediato.
- Originalidad. Las producciones científicas con alto grado de originalidad tendrán prioridad. Un trabajo será considerado original cuando favorezca la ampliación del conocimiento en campos no cubiertos por trabajos anteriores.
- Extensión de su aplicación. Las publicaciones con resultados de utilidad e impacto internacional prevalecerán sobre aquellas cuyo contenido sea aplicable en regiones concretas o más restringidas.
- Grado de aplicación. Los artículos cuyas conclusiones permitan solucionar de forma directa problemas actuales y/o proporcionen mejoras en la calidad de vida predominarán sobre los que aporten contenidos más abstractos o menos productivos para la colectividad.
- Metodología. Se valorará que la metodología experimental del artículo cumpla con los requisitos mínimos exigidos por la comunidad científica.
- Redacción. Los textos que cumplan con los estándares de calidad en redacción científica serán seleccionados antes que aquellos que comporten observaciones y/o solicitudes de reedición por parte del Comité Editorial.

Recomendaciones de redacción:

- La sintaxis utilizada debe ser concisa y directa. Evitar giros y redundancia de información. No utilizar complementos estéticos de la escritura más propios del

arte literario que de la comunicación científica.

- Apropia estructura y organización de contenidos. La lectura debe seguir una secuencia lógica y comprensible.
- Uso y redacción correcta de las unidades de medida. En lo posible deben utilizarse unidades del Sistema Internacional (S.I.). En aquellos casos en los que el trabajo demande la utilización de otros sistemas alternativos (anglosajón, imperial, cegesimal, etc.) se recomienda que los resultados incluyan la equivalencia en el S.I.
- No abusar del uso de abreviaturas. Las abreviaturas deberán identificarse entre paréntesis () junto al término original, la primera vez que aparezcan en el texto. Evitar el uso de abreviaturas en el título.
- Las referencias se ajustarán a las normas establecidas por el Comité Editorial de la revista PERFILES (estilo Vancouver). Citar en la medida de lo posible artículos publicados en revistas —impresas o en formato digital— y evitar la referenciación directa de páginas web o cualquier bibliografía de dudosa calidad o procedencia.

Estos elementos deberán ser verificados de forma detallada por el/los autor/es de las publicaciones antes de su presentación al Comité Editorial de la revista PERFILES.

Niveles de corrección

El equipo editorial de la revista PERFILES considera tres niveles de edición y/o correcciones en los contenidos:

- Correcciones mínimas. Son pequeños errores que pueden solucionarse de forma rápida y sencilla, y que no interfieren de forma significativa con el proceso de edición.
- Correcciones de contenido. Implican la realización de modificaciones relevantes en el texto antes de que el manuscrito continúe con el proceso editorial, en caso de ser aceptadas por el autor. El revisor deberá justificar

dichas modificaciones mediante un escrito dirigido al Comité Editorial.

- Correcciones mayores. Cuando la cantidad de observaciones indicadas es tal que el artículo es devuelto en su totalidad sin posibilidad de edición. Queda a juicio del autor la decisión de reescribir el documento antes de volver a presentarlo.

Sobre la revisión

Desde el grupo editorial de la revista PERFILES queremos destacar la importancia de principios como la calidad de expresión, propiedad intelectual y rigor científico. Estos elementos son requisitos indispensables en una actividad profesional que evoluciona y se actualiza de forma constante. Para mantener estos estándares de calidad, hemos establecido varias etapas de intervención o examen de los manuscritos recibidos:

1. Verificación inicial de que el trabajo cumple con todos los puntos de control establecidos por el cuerpo editorial.
2. Análisis de similitudes con textos ya existentes como medida de vigilancia antiplagio.
3. Revisión preliminar de los contenidos del texto.
4. Si el Consejo Editorial presenta una valoración positiva, el proceso de edición continúa. En caso negativo, se informará al autor sobre los motivos de tales conclusiones.
5. Envío a dos revisores designados por el Comité Editorial de forma anónima —revisión por pares—. Los revisores expondrán un juicio profesional, crítico y constructivo sobre los aspectos valorados que será notificado al/los autor/es en caso de necesidad. Los revisores será miembros externos seleccionados sobre la base de su conocimiento sobre la temática revisada.
6. Exploración definitiva por parte del Editor General orientada a cuestiones puntuales de la presentación como son la gramática, ortografía, abreviaturas, signos, símbolos, unidades, etc.

Colaboradores:

Jesús-H. Mendoza-Castro, GOTS, Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales, Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Jaime-G. Barreto-Pérez, E3T, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Yezit Torres-Moreno, Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales, Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Byron Díaz, Laboratorio de Biotecnología Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Gloria Endara, Laboratorio de Biotecnología Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Robert A. Cazar, Facultad de Ciencias Panamericana, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Roberto Todeschini, Dipartimento di Scienze dell' Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano - Bicocca, Italy.

Jéssica Núñez, Grupo de Biofísica Computacional (GBC), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.

Pedro Escudero, Grupo de Biofísica Computacional (GBC), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.

María Andrade, Grupo de Biofísica Computacional (GBC), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.

Fernando Escudero, Grupo de Biofísica Computacional (GBC), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.

Mercedes López, Grupo de Investigaciones Citológicas. Cátedra de Citología. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.

Morella Guillén, Grupo de Investigaciones en Salud. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

Morelva Toro, Grupo de Investigaciones Citológicas. Cátedra de Citología. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.



ACREDITADA