

Nº1
Año I
ISSN 2521-8794
Octubre- Diciembre 2017

Revista MINERVA





Autoridades

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado
Rector

Dr. Manuel de Jesús Joya Ábrego
Vicerrector Académico

Ing. Agr. Nelson Bernabé Granados Alvarado
Vicerrector Administrativo

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benitez
Secretario General

Lic. Rafael Humberto Peña Marín
Fiscal General

Licda. Claudia Melgar de Zambrana
Defensora de los Derechos Universitarios

Licda. Josefina Sibrián
Presidenta Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
**Secretario de Investigación Científica
de la Universidad de El Salvador (SIC-UES)
Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador (CIC-UES)**

Comité Editorial

Dra. Ruth Fernández de Quezada

Docente Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Dagoberto Pérez

Profesor de Cultivos Anuales, Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Edgardo Corea Guillén

Jefe de la Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Licda. Brenda Gallegos

Profesora de Educación Alimentaria y Nutricional, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador.

Ing. M.Sc. Agustín Hernández de la Cruz

Investigador, Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.

Geógrafo Ignacio Aisur Agudo Padrón

Gerente Investigador Proyecto “Avulsos Malacológicos - AM”, Florianópolis, Santa Catarina/ SC, Brasil.

Ing. Agr. M.Sc. Jose Ismael Guevara Zelaya

Jefe Departamento Ingeniería Agronómica, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

Máster Rudis Yilmar Flores

Profesor Investigador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

Mcp. Evelin P. Gutiérrez de Doradea

Investigadora Unidad de Investigación, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador.

Lic. José Ramos López

Profesor Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de El Salvador.

Ing. Carlos Enrique Ruano Iraheta

Docente, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

M.Sc. D.S. David Amílcar González

Docente Sección de Educación, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador.

Andrea Joyce, Ph.D.

Assistant Professor, University of California, Merced, United States of America.

Paul Almeida, Ph.D.

Professor and Chair of Sociology, University of California, Merced, United States of America.

Víctor D. Carmona-Galindo, Ph.D.

Associate Professor and Director of Sustainability College of Engineering and Science, University of Detroit Mercy, United States of America.

Investigador, Laboratorio de Entomología de Vectores

Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, Universidad de El Salvador.

Blgo. Luis Pineda

Técnico en Gestión de Cuencas y Humedales. Autoridad Científica en Fauna Silvestre – CITES Dirección General de Ecosistemas y Vida Silvestre Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, El Salvador.

Mónica Lara Uc, Ph.D.

Profesora Investigadora, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

David Hernández, Ph. D.

Director Editorial Universitaria. Director Revista “La Universidad” Universidad de El Salvador.

Lic. Héctor Chacón

Director Biblioteca Central, Universidad de El Salvador.

C.Dra. Tannia Vianney Gutiérrez Santillán

Instituto de Ecología y Manejo de Recursos Naturales Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas

Secretario de Investigación Científica de la Universidad de El Salvador (SIC-UES). Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES).

Biologo Carlos Linares

Jefe del Departamento de Biología. Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.

Contenido



Comportamiento a la fatiga de un cobre refinado sin y con severa deformación mediante Presión en Canal Angular Constante. **Pág. 9**

Primer record confirmado de ocurrencia de un Caracol terrestre indo-asiático en Brasil y las Américas (First confirmed occurrence record of a indo-asiatic land snail in Brazil and the Americas). **Pág. 19**

Evaluación bio-económica de alojamientos y densidades de siembra para el cultivo de caracoles comestibles de agua dulce (*Pomacea flagellata* Say, 1827). **Pág. 29**

Cuantificación de sesquiterpenlactonas procedentes de las hojas de *Calea urticifolia* (Asteraceae) durante el año 2012. **Pág. 41**

Etnozoología en México: Una revisión al estado del conocimiento. Ethnozoology in Mexico: Review in the status of knowledge **Pág. 52**

Gusano cuerudo *Spodoptera ornithogalli* (Guenée 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) en cacao *Theobroma cacao* L. en El Salvador. **Pág. 62**

Sistema de Información de la producción Científica de la Universidad de El Salvador “SIPC-UES”. **Pág. 73**

Difusión de la Investigación Científica de la Universidad de El Salvador. **Pág. 76**

Director- Editor: Carlos Estrada
Correctora de estilo: Yesica Guardado Valle
Soporte Digital: Saúl Vega Baires

Nº 1
Año I
ISSN 2521-8794
Octubre- Diciembre 2017

Revista
MINERVA



Nº 1
Año I
ISSN 2521-8794
Octubre- Diciembre 2017

<http://minerva.sic.ues.edu.sv>
revista.minerva@ues.edu.sv

Dentro de la tradición académica de Universidad de El Salvador, sumamos en esta ocasión un aporte de gran trascendencia, a nivel de investigación científica y transferencia, como es el lanzamiento de la Revista Minerva, órgano de divulgación de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), cuyo número inaugural hoy iniciamos.

Esta Revista viene a sumarse a la Decana de las revistas científico-culturales de El Salvador y Centroamérica, la Revista “La Universidad”, dirigida por la Editorial Universitaria, fundada el 5 de mayo de 1875 por el Dr. Esteban Castro, así como a otras revistas de nuestra Alma máter como la Revista “Humanidades”, de la Facultad de Ciencias y Humanidades, Revista “Atenea”, del Centro de Estudios de Género (CEG), Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Revista Conjetura Sociológica de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Revista AGROCIENCIA de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Uno de los grandes retos que como Institución de Educación Superior afrontamos, es la divulgación de la investigación científica a nivel nacional e internacional, como uno de los baluartes indispensables para el fomento del desarrollo y el progreso, contribuyendo de esta manera a la mejor aplicación y divulgación de los resultados científicos que nuestros académicos/as están desarrollando de una manera tesonera, disciplinada y en consonancia con los criterios universales de calidad y credibilidad académica de la comunidad científica internacional.

La lista de pares evaluadores y de miembros del Comité Editorial que conforman la Revista “Minerva”, da fe de la rigurosidad científica con la cual está impregnada esta Revista, y no dudamos que sus aportes y la divulgación de las investigaciones aquí presentadas, hallarán un eco importante entre los interlocutores de la ciencia y la investigación a nivel nacional e internacional.

Desde ya deseamos larga vida y todo tipo de parabienes a la Revista Minerva, que inicia con este número su recorrido académico de difusión científica, excelencia académica, transferencia e investigación.

“Hacia La Libertad Por La Cultura”

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado

Rector Universidad de El Salvador

La Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (SIC-UES), está realizando la reestructuración de su trabajo para impulsar el desarrollo de la investigación científica, para mostrar los resultados que genera nuestra universidad en la Sede Central y las Sedes Regionales de El Salvador. Se invita a la comunidad científica nacional e internacional a enviar sus artículos para someterlos al proceso de evaluación y publicarlos en forma gratuita en la Revista MINERVA, como un medio de difusión científico arbitrado por pares externos nacionales y extranjeros.

El lanzamiento de la Revista MINERVA, es una iniciativa sin fines de lucro que tiene un enfoque multidisciplinario con el propósito de mostrar el quehacer científico, contribuyendo con el conocimiento y análisis de las diferentes áreas del conocimiento a través de la publicación de contenidos científicos como una estrategia de comunicación fiable donde la población universitaria encuentra una ventana para compartir el conocimiento con la sociedad.

Se invita a la comunidad nacional e internacional a ser lectores y publicar los resultados de sus estudios en la Revista MINERVA, para contribuir en la actualización de los nuevos aportes surgidos de la investigación científica.

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas

Secretario de Investigación Científica de la
Universidad de El Salvador (SIC-UES)

Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones
Científicas de la Universidad de El Salvador

(CIC-UES)

Editorial

Hace cinco años inicié la tarea de la publicación científica, consejos a favor y muchas más en contra en ese momento. Me dijeron que las personas no leían ciencia y mucho menos escribían mucho sobre el tema, por suerte no les creí, atrás quedan los comentarios negativos.

El tiempo me ha mostrado que la sociedad tiene sed de conocimiento, sed de información, lo que nos lleva a pensar en el compromiso de los profesionales en hacer llegar información fidedigna y de impacto en todas las áreas de desarrollo. Sin embargo, hay barreras que vencer, la apatía de algunos expertos por escribir y socializar su conocimiento, las barreras estructurales, la competencia con la información expuesta por otros medios, la competencia contra la información desactualizada o tergiversada que ahora circula de forma continua y a velocidad mayor que antes. La sociedad cada vez consume mayores cantidades de información, el reto es mantenerse informado, tener la capacidad de estar al día en un mundo que cambia segundo a segundo.

Sin embargo, la sociedad debe distinguir la información útil de la que no lo es, analizar la información, ignorar lo que no le sirve. Debe ser capaz de diferenciar la información veraz para poder confiar en que aquello que ha consultado es realmente válido. Sin ese tamiz los resultados pueden ser erróneos.

Ante esa necesidad, las autoridades de la Universidad de El Salvador, UES, toman la decisión de lanzar la Revista Minerva, cuya finalidad es comunicar el quehacer científico de los investigadores. Investigaciones enfocadas a resolver problemáticas de la sociedad, con información veraz, objetiva y de alto impacto, sometida al proceso de arbitraje, serán publicadas cada cuatro meses en esta que ahora es su Revista Minerva.

La revista se publica en modalidad impresa y digital, logrando con la versión digital una mayor cobertura, utilizando las bondades de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC, venciendo así las barreras geográficas y financieras. La Revista Minerva se lanza bajo la modalidad de Acceso Abierto, suscrita a las Creative Commons, lo que permite fluidez y la libre utilización del conocimiento expuesto, así como el acceso a investigadores de todo el mundo a publicar en ella cumpliendo las normativas de la revista.

Por tanto, es un honor para mí presentar la Revista Minerva, que a partir de este momento es su revista.

Carlos Estrada



Amazilia rutila

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador.

Captada el 6 de octubre de 2017

Fotografía: Rodolfo Artiga

Comportamiento a la fatiga de un cobre refinado sin y con severa deformación mediante Presión en Canal Angular Constante

Berríos Ortiz, J.A.

Escuela de Ingeniería Mecánica,
Facultad de Ingeniería y Arquitectura Universidad de El Salvador.
Correo Electrónico: jaberriosortiz@gmail.com

Higuera-Cobos, O.F.

Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Mecánica,
Universidad del Atlántico, Colombia.

Cabrera-Marrero, J.M.

Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería
Metalúrgica, Universidad Politécnica de Catalunya, España.

Resumen

Se realizó una investigación con el fin de estudiar el efecto de la severa deformación plástica mediante Presión en Canal Angular Constante (ECAP) en un cobre refinado, sobre el comportamiento a la fatiga. Los especímenes se recocieron y la mitad de éstos se deformaron mediante 8 pases siguiendo la ruta Bc, obteniendo un tamaño de grano micrométrico. El Cu deformado severamente presentó un incremento en el esfuerzo de fluencia y esfuerzo a carga máxima. Los ensayos de fatiga se realizaron en una máquina de carga axial aplicando ciclos de esfuerzo fluctuante a frecuencia de 150 Hz. Se obtuvo un incremento en la vida a la fatiga. Mediante un estudio fractográfico se observó que las grietas de fatiga tienen sus inicios en la superficie libre de la probeta, con lo cual se puede concluir que el incremento en el comportamiento a la fatiga es debido a la severa deformación plástica.

Palabras clave: fatiga, resistencia, cobre, ECAP

Abstract

An investigation has been carried out in order to study the effect of severe plastic deformation by Equal Channel Angular Pressing (ECAP) in a refined copper on fatigue behavior. Specimens were annealed and half of them were deformed through 8 ECAP passes following the route Bc, obtaining an ultrafine grain size. The severely deformed Cu showed an increase in the yield stress and tensile strength. The fatigue tests were performed on an axial load machine applying fluctuating stress cycles at 150 Hz frequency. An increase in fatigue life was obtained. By fractographic study it was found that fatigue cracks have their beginnings in the free surface of the specimens, thus it can be concluded that the increase in the fatigue behavior is due to the severe plastic deformation.

Key words: fatigue, strength, copper, ECAP



Introducción

En los últimos años la sociedad cada día demanda un mejor uso de los recursos, menor consumo energético y mayor eficiencia en la producción de materiales para conseguir mayor resistencia y menor peso para una aplicación dada; así, el procedimiento preferido para aumentar el comportamiento a la fatiga de los metales consiste en afinar el tamaño de grano de los mismos. Motivo por el cual, en los últimos años ha surgido un notable interés en investigar rutas de producción de metales con grano ultrafino con el fin de comercializar los mismos a nivel industrial.

Tradicionalmente el tamaño de grano de las aleaciones metálicas, tras su solidificación o algún proceso termomecánico clásico, es del orden de 100 μm . Así, según la relación de Hall-Petch, y asumiendo su validez en el intervalo submicrométrico, una disminución del tamaño de grano a 1 μm , promovería un aumento de la resistencia mecánica por un factor 10, y además disminuye la temperatura a la cual el material en consideración presentará condiciones de superplasticidad, o bien se puede conseguir tal característica a mayores velocidades de deformación. Cabe mencionar que, en la literatura se ha reportado que la relación de Hall-Petch parece no sólo no cumplirse en el intervalo nanométrico, sino que incluso se vuelve opuesta. Sin embargo, todavía en el intervalo submicrométrico mantiene su validez [1]. Aunque, parece que, el límite de validez de la ecuación de Hall-Petch es incluso dependiente del tipo de material considerado. Así, por ejemplo, para el cobre dicho valor se centra en un tamaño de grano de 50 nm, mientras que

en los aceros parece ser algo inferior a 1 μm [1]. De hecho, algunos resultados [1] han mostrado que aunque efectivamente la obtención de grano submicrométrico promueve un aumento del límite elástico, la relación esfuerzo máxima/límite elástico disminuye en estos materiales, lo cual no genera endurecimiento por deformación, y a su vez produce inestabilidad plástica.

En el mismo sentido se entienden por técnicas de deformación plástica severa, aquéllas que ofrecen deformaciones verdaderas del orden de 7, las cuales existen en procesos de laminación, forja, estirado de alambre e incluso en extrusión. No obstante, dado que casi todas éstas involucran cambios de forma en el material de modo que el producto final es de bajo espesor, lo que limita sus aplicaciones en productos para uso estructural.

Dado lo anterior, se han propuesto técnicas de severa deformación con cambios mínimos en las dimensiones del material, donde la única limitación al proceso de deformación es la ductilidad intrínseca del material. Así, una de estas técnicas es el Conformado por Presión en Canal Angular Constante (ECAP, Equal Channel Angular Pressing), ya sea estirado o por extrusión. El proceso desarrollado por Segal en 1972, consiste en deformar por cizalladura simple una porción de material confinado en un molde con dos canales que se interceptan y que tienen idéntica sección transversal [2-5]. Bajo estas condiciones el espécimen metálico a deformar se introduce dentro del canal como un cuerpo rígido y en la zona de intersección entre los dos canales, en una fina capa, se produce la cizalladura simple del mismo. De este modo el espécimen completo (excepto pequeñas porciones

de la cabeza y cola) se deforma de manera uniforme, manteniendo la geometría constante. Cabe destacar, que tanto la presión de conformación como también la temperatura no parecen tener excesiva influencia en los resultados de la deformación, especialmente cuando la temperatura se mantiene por debajo de la de recristalización [6]. Por el contrario, las rutas de procesamiento, esto es rotar 90 o 180° el espécimen antes de continuar con el siguiente pase de deformación, parece inducir estructuras más finas. Así, se ha demostrado que todas las rutas de procesado pueden resumirse en cuatro variantes, siendo una de ellas la que produce mejores resultados [6]. No obstante el proceso se debe repetir n veces hasta completar ciclos de deformación.

Por lo tanto, la presente investigación ha sido realizada con la finalidad de desarrollar una microestructura de grano ultrafino en un cobre refinado mediante ECAP utilizando 8 pases y siguiendo la ruta Bc, con el fin de estudiar la resistencia a la fatiga. Además, realizar un estudio fractográfico de la superficie de la falla de las probetas ensayadas a tracción y por fatiga.

Metodología Experimental

Se maquinaron 20 especímenes cilíndricos de 60 mm de longitud y 10 mm de diámetro. A los especímenes se les realizó un tratamiento térmico de recocidos a 600 °C durante 30 minutos, en un horno tubular de 80 mm de diámetro, en una atmósfera inerte de argón y en cada recocido se trataban térmicamente 6 especímenes soportados en un accesorio cerámico.

Estos recocidos se condujeron con la finalidad de homogenizar e incrementar el tamaño de grano del Cu refinado al fuego con una pureza 99.91%.

Se deformaron severamente 10 especímenes, mediante ECAP, usando un dado de acero de bajo carbono con un inserto y un punzón de acero indeformable para herramienta. Los dos canales se cortan a un ángulo interno de 90° y un ángulo exterior de 37° , produciendo una deformación de aproximadamente 1 por pasada. La deformación se llevó a cabo a temperatura ambiente usando un lubricante MoS_2 y una velocidad de deformación de 2 cm/s. A cada espécimen se les aplicó 8 pases de deformación por ECAP, siguiendo la ruta de deformación Bc, la cual consiste en girar el espécimen en el eje longitudinal 90° en el mismo sentido después de cada pase (Fig. 1). Además, posterior a cada casada por ECAP cada espécimen se enderezó en un canal simple de la misma geometría.

Para datar condición de material, Cu sin y con ECAP, se preparó una muestra para metalografía, con el fin de determinar el tamaño de grano antes y posterior a la severa deformación, sin y considerando maclas. La preparación de la superficie de estas muestras fue hasta alúmina de $1 \mu\text{m}$. Para determinar el tamaño de grano se utilizó un microscopio óptico y un software para definir los límites de grano, subgranos y maclas, y mediante un analizador de imágenes se cuantificó dichos tamaños de grano.

Las dimensiones de la sección de ensayo de las probetas de fatiga se obtuvieron a partir de la norma ASTM designación E 466 (Figs. 2a y b).

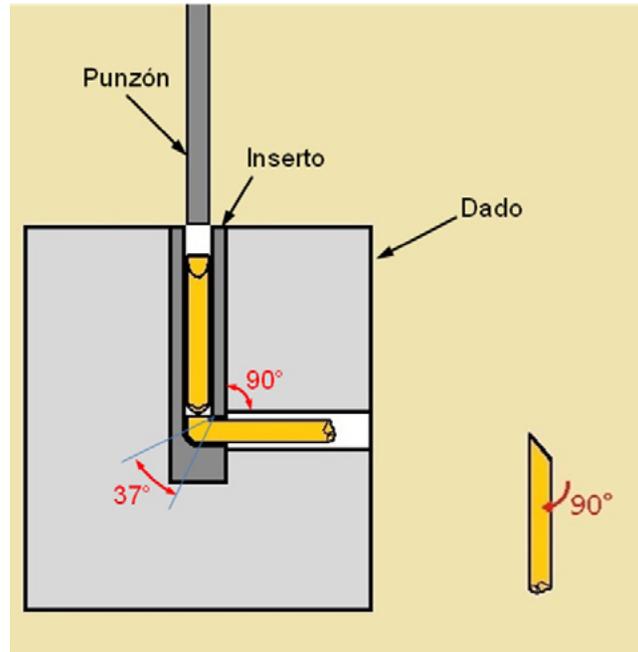


Figura 1. Esquema del corte de los elementos utilizados en el proceso de ECAP.

Cabe destacar que la longitud total de las probetas de fatiga para la condición de Cu con ECAP, es menor por deformación irregular en la cola de dichos especímenes (Fig. 2b).

En el mismo sentido, para cada condición de material se maquinaron 8 probetas para ensayos de fatiga.

Las dimensiones de las probetas para ensayos de tracción se subescaladas a partir de la norma ASTM designación E8 (Fig. 3). Cabe destacar que la ubicación de las probetas para el Cu con ECAP corresponde a la misma zona de la sección reducida de las probetas de fatiga para la misma condición de material.

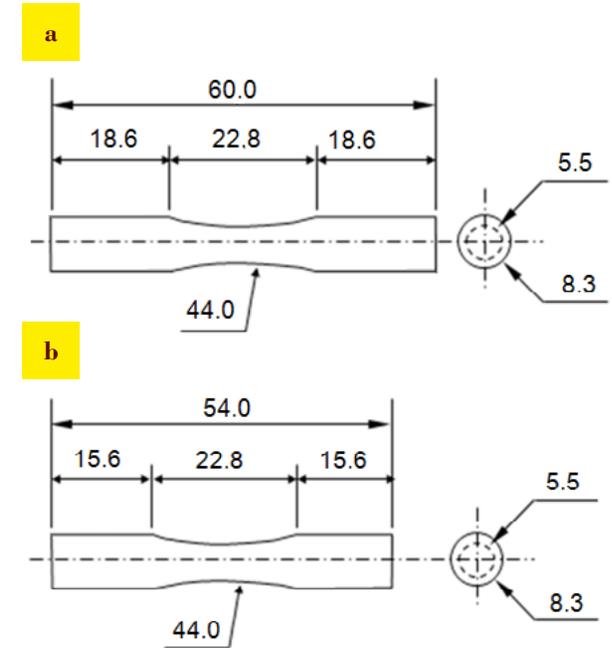


Figura 2. Esquemas de las probetas de fatiga: (a) Probeta de Cu sin ECAP y (b) Probeta de Cu con 8 pases de ECAP. Cotas en mm.

En el mismo sentido, para cada condición de material se maquinaron 3 probetas subescalas para ensayos de microtracción a partir de un mismo espécimen.

Además, es importante destacar que a partir de los especímenes de donde se maquinaron las probetas subescalas para ensayos de microtracción, se maquinaron 2 muestras, una para determinar la microdureza y la otra se utilizó para determinar los tamaños de grano de material.

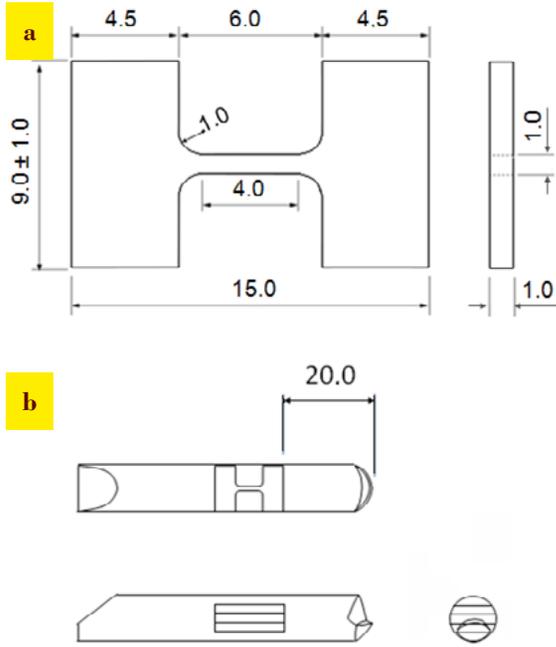


Figura 3. Esquemas de la probetas subescaladas de tracción: (a) Dimensiones y (b) Posición de maquinado de las probetas. Cotas en mm.

El maquinado de las probetas para los ensayos de fatiga se realizó en un torno de control numérico, para lo cual en las últimas 3 pasadas se utilizaron bajas profundidades de corte de 0.125 mm, con el fin de disminuir al máximo la introducción de esfuerzos residuales. El maquinado de las probetas para ensayos de microtracción y para las muestras para determinar la microdureza y los tamaños de grano, se realizó en una cortadora por hilo con el fin de no introducir esfuerzos residuales en el material.

Las probetas para ensayos de fatiga se pulieron en tres etapas, primeramente se pulió circunferencialmente con una máquina utilizando un disco de felpa y pasta abrasiva roja, luego se lijaron longitudinalmente con lija de SiC número 2400 hasta eliminar las entallas circunferenciales producidas durante el maquinado, y finalmente circunferencialmente en la máquina de pulido.

Los ensayos de tracción se realizaron en una máquina de Microtest DEBEN, utilizando una velocidad de carga de 3.3×10^{-3} mm/s. Las indentaciones de microdureza se realizaron mediante una máquina para ensayos de dureza (microscopio óptico) marca Akashi, modelo MUK-H0 el cual tiene acoplado un indentador Vickers, utilizando una carga aplicada de 50 g durante 15 s y se realizaron cinco (5) indentaciones en una zona aproximadamente correspondiente al volumen de la sección reducida de las probetas de fatiga y alineadas en el eje longitudinal de la probeta.

Los ensayos de fatiga se realizaron en una máquina marca RUMUL de carga axial, a una alta frecuencia de operación de 150 Hz. Los ciclos de esfuerzos aplicados fueron del tipo fluctuante; es decir, una relación de esfuerzos mínimo entre máximo de 0.1 ($R = S_{\min} / S_{\max}$). Se ensayaron 6 probetas para cada condición de material.

Mediante la técnica de Microscopía Electrónica de barrido (MEB), en un microscopio marca JEOL modelo JSM 6400, se realizó un estudio fractográfico de la superficie de fractura para probetas ensayadas a tracción y por fatiga. Para las superficies de fractura por fatiga, utilizando 4 probetas correspondientes a los menores y mayores

números de ciclos a la fractura para la condición de material de Cu sin y con deformado por ECAP. El objetivo del estudio fractográfico de las superficies de falla por fatiga fue, principalmente, identificar la zona de inicio de la o las grietas por fatiga.

Resultados

En la figura 4 se presentan las metalografías del Cu sin deformación por ECAP, donde se evidencia el proceso de definición tanto de los límites de granos y subgranos como también las maclas.

Así, en la tabla 1 se presentan los tamaños de grano sin y considerando maclas para el Cu sin y con 8 pases por ECAP. También, en la tabla 2 se presentan los resultados de la determinación de la microdureza del Cu sin y con 8 pases por ECAP.

En la figura 5 se presentan las curvas esfuerzo vs deformación nominales obtenidas de los ensayos de tracción del Cu sin y con 8 pases de ECAP. Además, en la tabla 3 se presentan los resultados con sus correspondientes desviaciones estándar de los ensayos de tracción del Cu sin y con 8 pases por ECAP. También, en la figura 6 se presentan fotomicrografías de la superficie de fractura de una probeta ensayada a tracción para el Cu con 8 pases por ECAP, en la cual se presenta una secuencia de detalles con el fin de presentar a mayor aumento los microhoyuelos característicos de dicha fractura.

En las tablas 4 y 5 se presentan los resultados de los ensayos de fatiga para el Cu sin y con ECAP, respectivamente. Así, en estas tablas se presentan los esfuerzos máximos fluctuantes, el correspondiente % del esfuerzo a carga máxima a la que está siendo ensayada la probeta y el número de ciclos a la fractura.

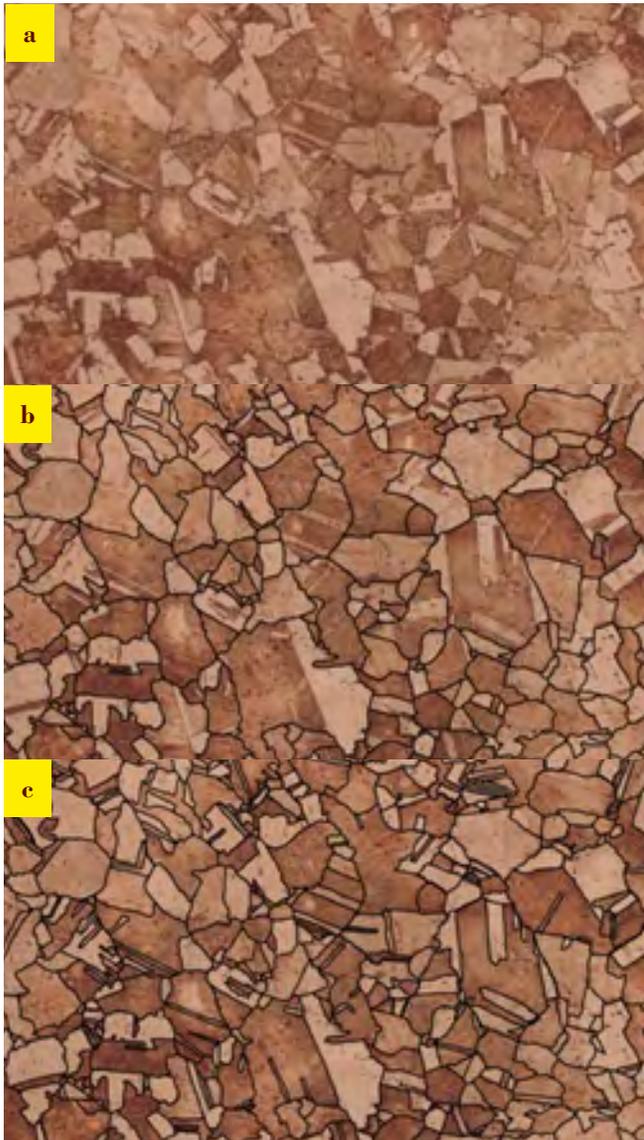


Figura 4. Metalografías del Cu sin ECAP: (a) sólo metalografía; (b) metalografía con las definiciones de límites de granos y subgranos; (c) metalografía con definiciones de límites de granos, subgranos y maclas.

Tabla 1. Tamaño de grano del Cu sin y con 8 pases por ECAP y sin y considerando maclas.

| Condición de material | Microestructura | Tamaño de grano, μm | Desviación Estándar, μm |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Cu sin ECAP | Sin macla | 12.28 | 3.03 |
| | Con macla | 6.09 | 1.22 |
| Cu con ECAP | Sin macla | 0.69 | 0.98 |
| | Con macla | 0.66 | 0.73 |

Tabla 2. Valores de microdureza del Cu sin y con 8 pases por ECAP.

| | HVN ₅₀ | DE |
|-------------------------|-------------------|------|
| Cu sin ECAP | 90.3 | 1.30 |
| Cu con 8 pases por ECAP | 145.7 | 1.08 |

Tabla 3. Resultados de los ensayos de tracción del Cu sin y con 8 pases por ECAP.

| Condición | $S_{0.002}$, MPa | S_{max} , MPa | σ_{max} , MPa | Elongación en 4 mm, % |
|-------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Cu sin ECAP | 80 ± 13.5 | 201 ± 3.3 | 279 ± 6.0 | 60 ± 2.5 |
| Cu con ECAP | 343 ± 12.0 | 361 ± 6.3 | 370 ± 4.9 | 19 ± 1.4 |

Tabla 4. Resultados de los ensayos de fatiga del Cu sin deformación por ECAP.

| Probeta # | S, MPa | % del S_{max} en tracción, MPa | N_f , ciclos |
|-----------|--------|---|----------------|
| 1 | 200 | 99.5 | 89200 |
| 2 | 190 | 94.5 | 900300 |
| 3 | 180 | 89.6 | 1463000 |
| 4 | 170 | 84.6 | 2431100 |
| 5 | 160 | 79.6 | 4139900 |
| 6 | 150 | 74.8 | 9597900 |

Tabla 5. Resultados de los ensayos de fatiga del Cu con 8 pases por ECAP.

| Probeta # | S, MPa | % del S_{max} en tracción, MPa | N_f , ciclos |
|-----------|--------|---|----------------|
| 1 | 370 | 102.5 | 363500 |
| 2 | 330 | 91.4 | 870600 |
| 3 | 290 | 80.3 | 1667800 |
| 4 | 250 | 69.3 | 2886400 |
| 5 | 210 | 58.2 | 5958000 |
| 6 | 170 | 47.1 | 16439600 |

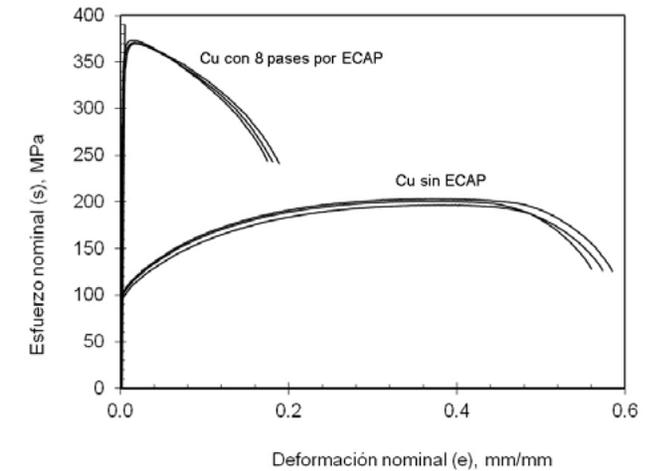


Figura 5. Curvas de esfuerzo nominal vs deformación nominal de un Cu sin y con 8 pases por ECAP.

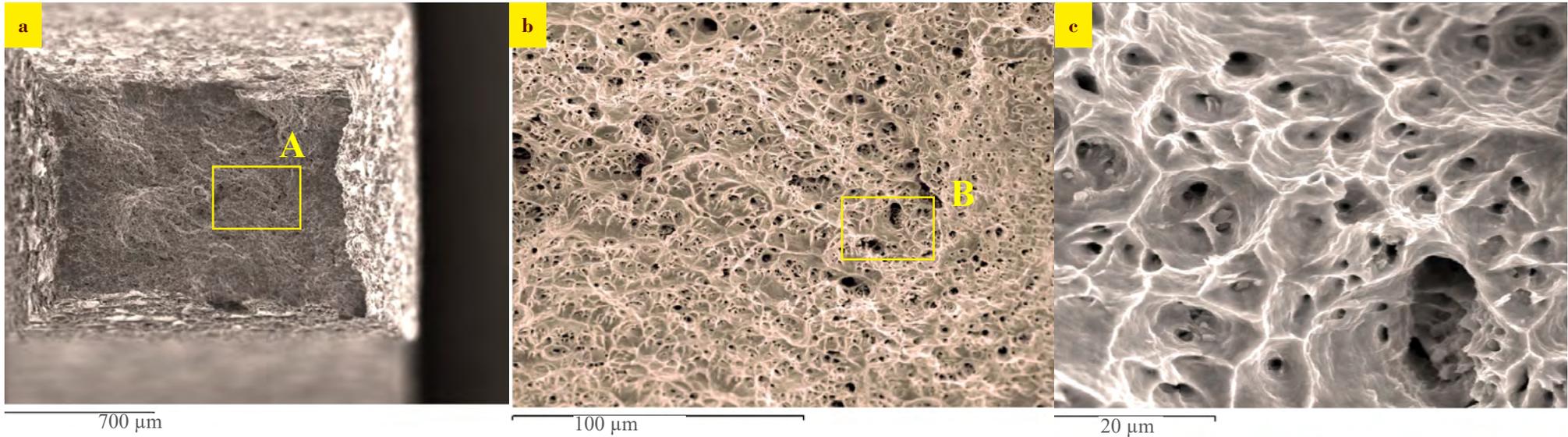


Figura 6. Fotomicrografías obtenidas por MEB de probetas ensayadas a tracción de un Cu con 8 pases por ECAP: (a) Vista general a 80x, (a) Detalle A a 500x y (c) Detalle B a 3000x.

En el mismo sentido, en la Fig. 7 se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de fatiga. Además, en la tabla 6 se presentan las ecuaciones de Basquin, los coeficientes de resistencia a la fatiga (A), los exponentes de resistencia a la fatiga o exponentes de Basquin (b) y los coeficientes de correlación lineal (R^2), para cada condición del material.

Cabe destacar que, los ensayos a un esfuerzo máximo de 200 MPa para Cu sin deformación por ECAP y a 370 MPa para Cu con 8 pases por ECAP, no se incluyen en la regresión lineal debido a que estos valores de esfuerzos están muy próximos al 100 % del esfuerzo a carga máxima en tracción (S_{\max}), lo cual propicia que dichos resultados se alejen de las tendencias de las curvas de resistencia a la fatiga obtenidas para cada condición de material o produzcan una disminución del R^2 para cada curva.

En las figuras 8 - 11 se presentan las fotomicrografías correspondientes al estudio fractográfico de probetas que fallaron por fatiga por carga axial a solicitaciones fluctuantes ($R = 0.1$), de aleaciones de Cu sin y con 8 pases por ECAP. Las figuras 8 y 9 corresponden al Cu sin ECAP ensayadas a esfuerzos máximos fluctuantes de 160 y 190 MPa, respectivamente. Las Figuras. 10 y 11 corresponden al Cu con 8 pases por ECAP ensayadas a esfuerzos máximos fluctuantes de 210 y 330 MPa, respectivamente.

Es importante destacar que este estudio se basa en identificar el o los inicios (I) y propagación de la o las grietas por fatiga, destacando ya sea si el inicio está confinado a un sitio o una zona de inicios.

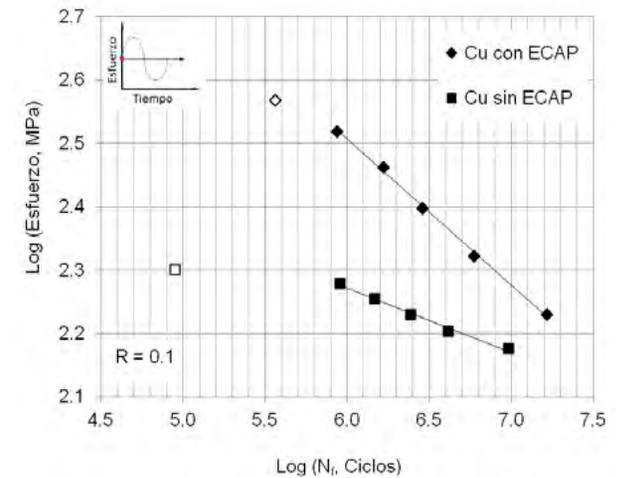


Figura 7. Curvas Log(S)-Log(N) obtenidas de ensayos de fatiga por carga axial en una aleación de Cu refinado sin y con 8 pases por ECAP.

Tabla 6. Ecuaciones de Basquin, coeficientes de resistencia a la fatiga, exponentes de resistencia a la fatiga y coeficiente de correlación lineal correspondientes a cada condición del material ensayado a fatiga.

| Aleaciones | Ecuaciones de Basquin | A, MPa | b, MPa | R ² |
|-------------------------|---|--------|--------|----------------|
| Cu sin ECAP | $\text{Log } S = -0.1012 \text{ Log } N_f + 2.8789$ | 757 | 0.1012 | 0.992 |
| Cu con 8 pases por ECAP | $\text{Log } S = -0.2299 \text{ Log } N_f + 3.8858$ | 7687 | 0.2299 | 0.998 |

Discusión

De los resultados obtenidos de los ensayos de fatiga se obtuvo un incremento en la vida a la fatiga entre 67 y 28 % para valores de aproximadamente 1 y 10 millones ciclos, respectivamente. Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos de tracción, lo cual se atribuye al marcado fino del tamaño de los granos.

En las figuras 8 - 11 se puede observar que la superficie de fractura está definida por varias grietas por fatiga, a las cuales en la mayoría de los casos se les ha identificado sus inicios (I).

También, es importante destacar que, en la mayoría de los casos estos inicios no corresponden a un único punto sino a una zona de inicio, los cuales tienen su origen en la superficie libre de las probetas indicando que no existe ninguna inestabilidad del material por la severa deformación. Además, se puede observar que la superficie lateral de la probeta adyacente al inicio de la grieta por fatiga, no presenta evidencias de grietas secundarias. Así, se puede concluir que el incremento en el comportamiento a la fatiga del Cu con 8 pases por ECAP con respecto al mismo material sin ECAP, es debido al marcado refinamiento de los granos. En el mismo sentido, estos resultados coinciden con los resultados reportados en la literatura [7-10].

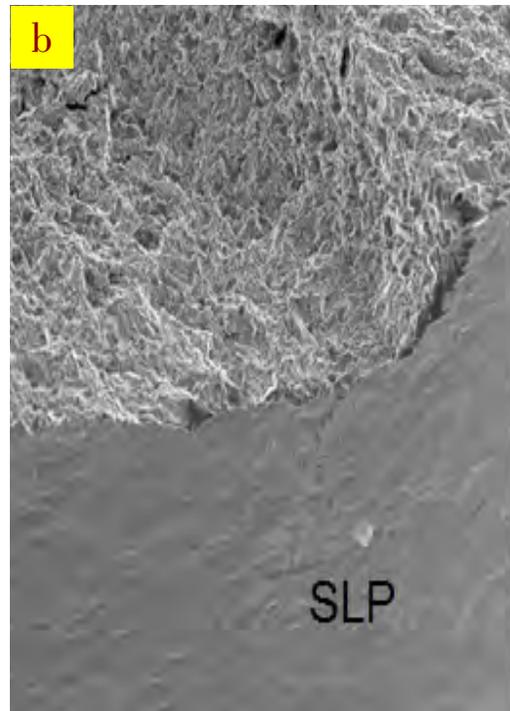
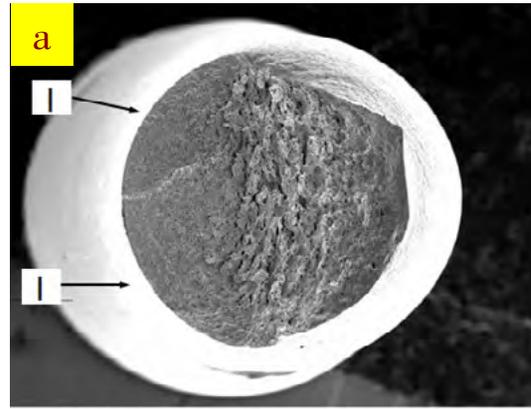


Figura 8. Fotomicrografías obtenidas por MEB de una probeta de Cu sin ECAP, ensayado a fatiga a un esfuerzo máximo fluctuante de 160 MPa: (a) Vista general de la superficie de fractura a 15x y (b) Vista de la superficie lateral de la probeta y del inicio de la grieta por fatiga a 100x.

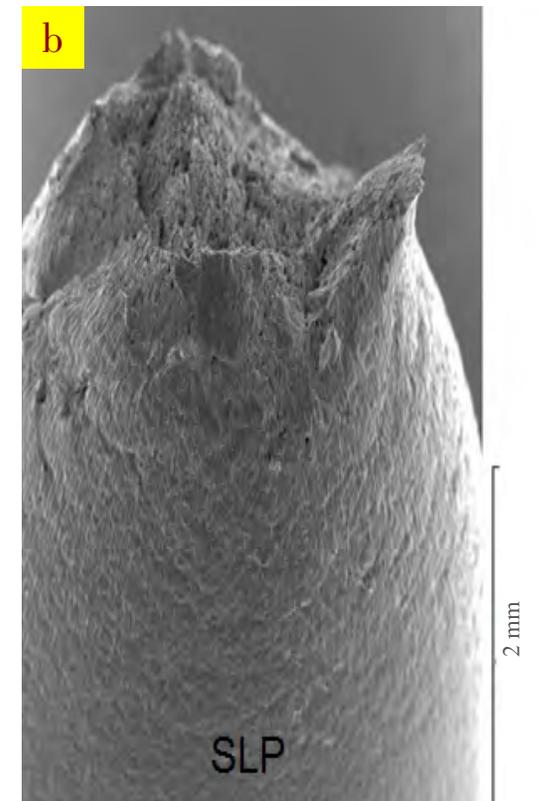
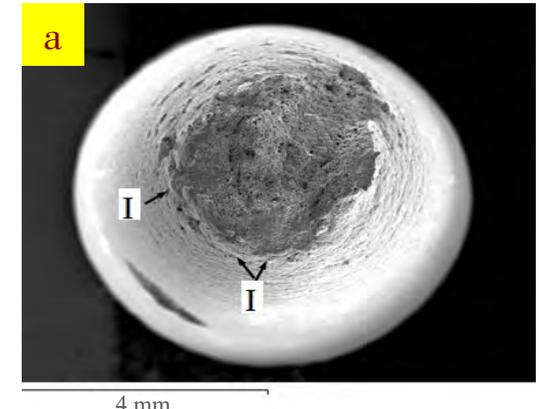


Figura 9. Fotomicrografías obtenidas por MEB (a) Vista general de la superficie de fractura a 15x y (b) Vista general de la superficie de fractura inclinada ~45°, a 25x.

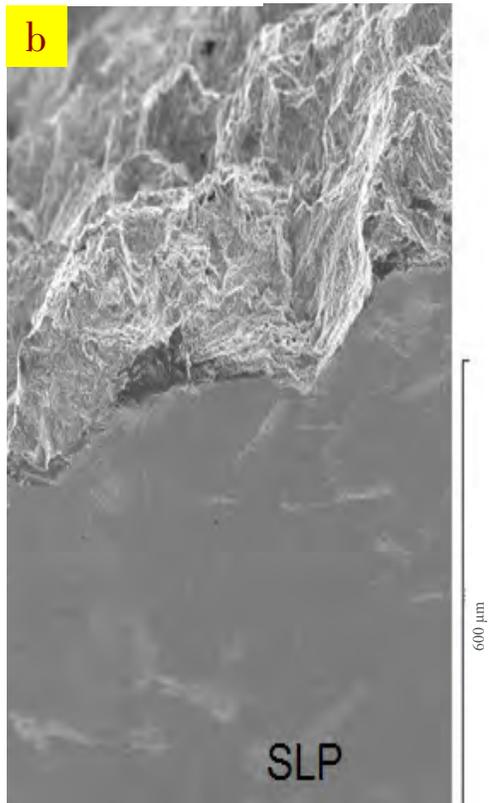
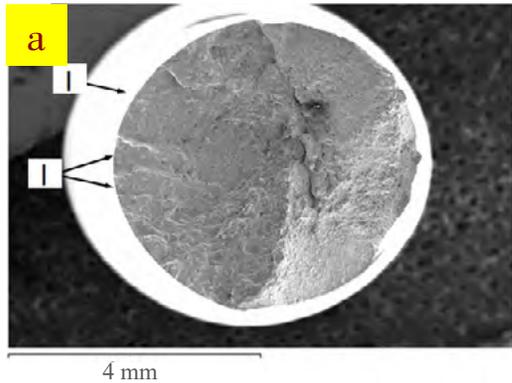


Figura 10. Fotomicrografías obtenidas por MEB de una probeta de Cu con 8 pases por ECAP, ensayado a fatiga a un esfuerzo máximo fluctuante de 210 MPa: (a) Vista general de la superficie de fractura a 15x; (b) Vista de la superficie lateral de la probeta y del inicio de la grieta por fatiga a 100x.

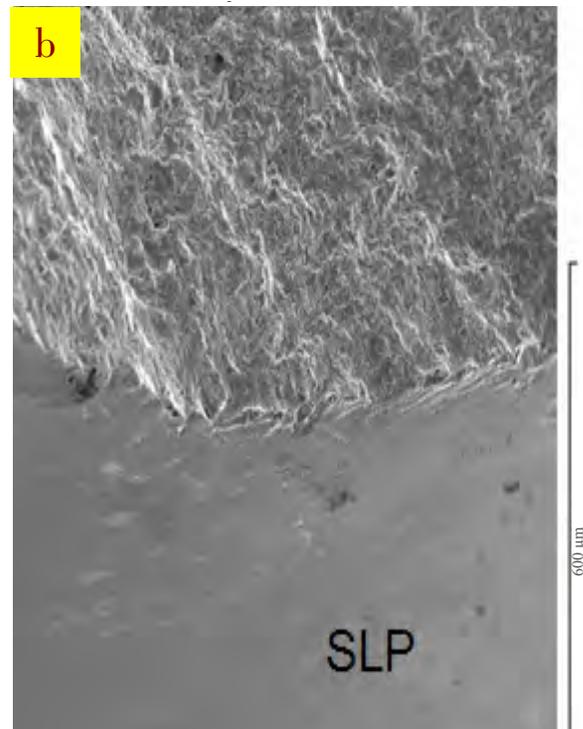
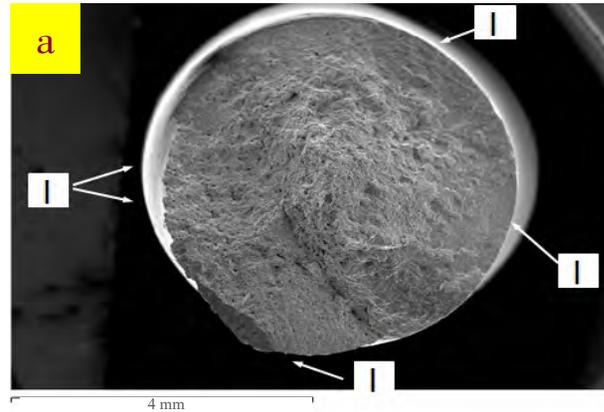


Figura 11. Fotomicrografías obtenidas por MEB de una probeta de Cu con 8 pases por ECAP, ensayado a fatiga a un esfuerzo máximo fluctuante de 330 MPa: (a) Vista general de la superficie de fractura a 15x; (b) Vista de la superficie lateral de la probeta y del inicio de la grieta por fatiga a 100x.

Conclusiones

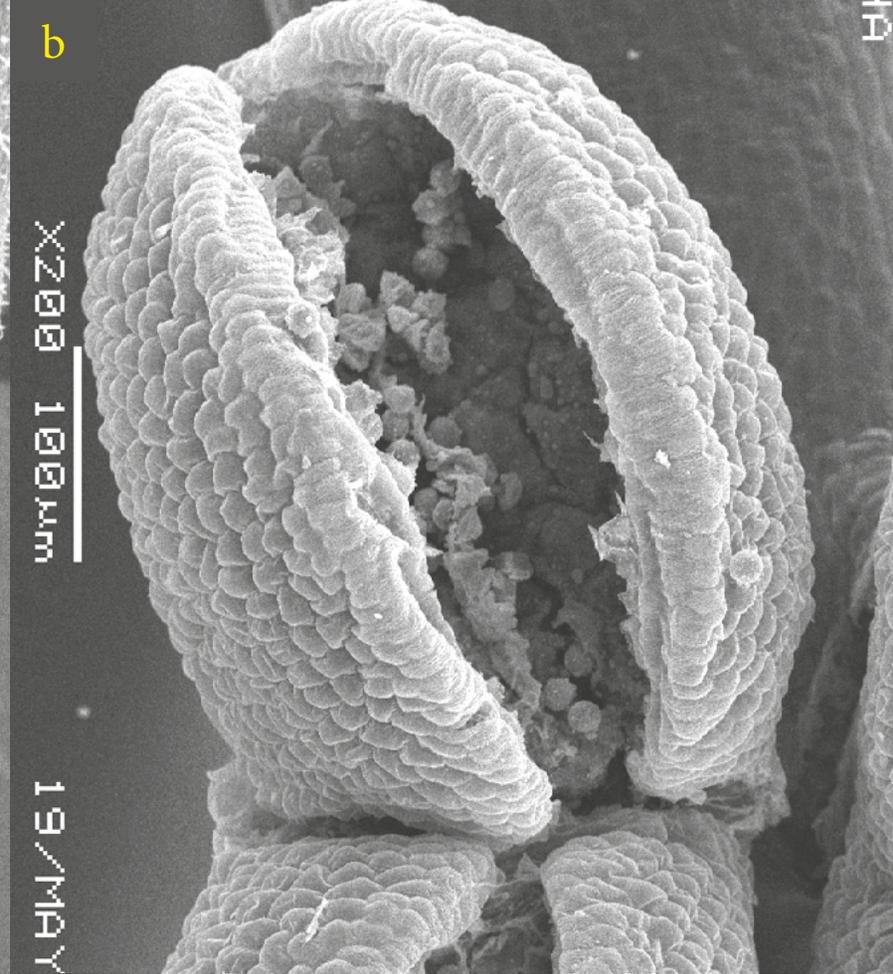
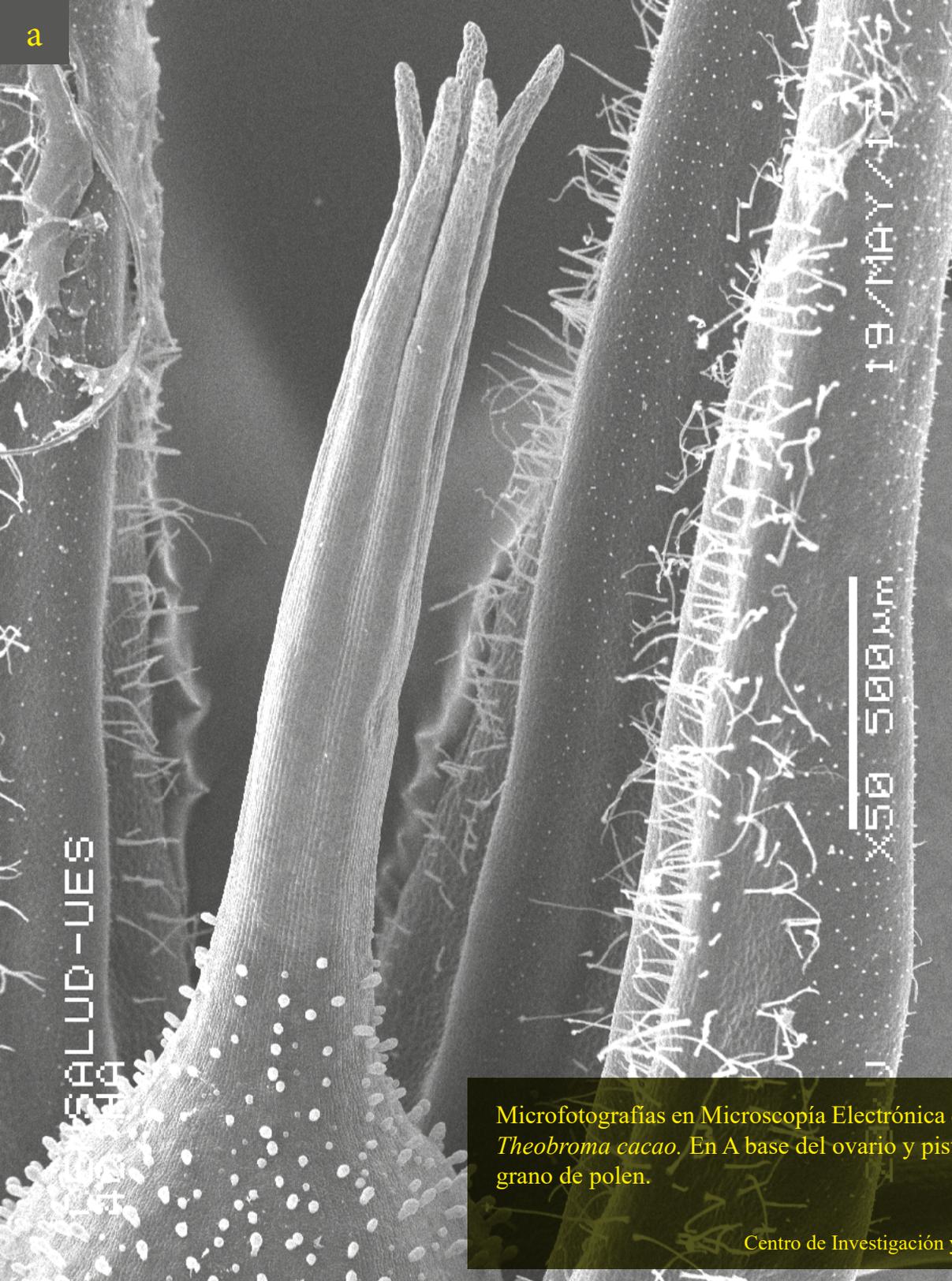
Se puede concluir que el incremento en la resistencia a la fatiga del Cu refinado con ECAP en comparación con el Cu refinado sin ECAP, es debido a la obtención tamaño de grano micrométrico a consecuencia de la severa deformación. Además, el incremento en las propiedades estáticas obtenidas de los ensayos de tracción apunta en el mismo sentido a un incremento en las propiedades dinámicas del Cu cuando ha sido deformada severamente. Finalmente, del estudio fractográfico se obtuvo que los inicios de las grietas por fatiga.

Agradecimientos

Los autores le agradecen el financiamiento recibido a través del proyecto CICYT MAT 2008-06793-C02-01 (Ministerio Español de Innovación) y NUCLI. RD10-1-0048 (Generalitat de Cataluña-ACC10). Además, los autores agradecen a La Farga Lacambra por donar el material y su asistencia técnica. También, J.A. Berríos-Ortiz le agradece a la Fundación Carolina - España, por la beca concedida para desarrollar esta investigación.

Referencias

- [1] Howe, A.A. (2000). *Materials Science and Technology*, vol 16, 1264-1266.
- [2] Segal, V.M. (1993). *Proc. First Int. Conference on Processing Materials for Properties*, Eds por H. Henein y T.Oki, TMS, 947-949.
- [3] Segal, V.M., Goforth, R.E. & Hartwig, K.T. (1993). *Proc. First Int. Conference on Processing Materials for Properties*, Eds por H. Henein y T.Oki, TMS, 971-973.
- [4] Segal, V.M. (1995). *Materials Science and Engineering*, A197, 157-164.
- [5] Segal, V.M. (1999). *Materials Science and Engineering*, A271, 322-333.
- [6] Horita, Z., Furukawa, M., Nemoto, M. & Langdon, T. G. (2000). *Materials Science and Technology*, vol 16, 1239-1245.
- [7] Han, S.Z., Goto, M., Lim, C., Kim, C.J. & Kim, S. (2007). *Journal of Alloys and Compounds* 434–435, 304-306.
- [8] Goto, M., Han, S.Z., Yakushiji, T., Kim, S.S. & Lim, C.Y. (2008). *International Journal of Fatigue*, 30, 1333-1344
- [9] Djavanroodi, F., Ebrahimi, M., Rajabifar, B. & Akramizadeh, S. (2010). *Materials Science and Engineering*, A 528, 745–750.
- [10] Khatibi, G., Horky, J., Weiss, B. & Zehetbauer, M.J. (2010). *International Journal of Fatigue*, 32, 269–278.



Microfotografías en Microscopía Electrónica de Barrido, de estructuras florales de híbrido trinitario *Theobroma cacao*. En A base del ovario y pistilo; B Antera abierta y C detalle de la arquitectura del grano de polen.

Primer record confirmado de ocurrencia de un Caracol terrestre indo-asiático en Brasil y las Américas

First confirmed occurrence record of a indo-asiatic land snail in Brazil and the Americas

Ignacio Agudo-Padrón

Projeto “Avulsos Malacológicos – AM”, Caixa Postal (P.O. Box) 88010-970 Centro, Florianópolis, Santa Catarina, SC, Brasil.

Correo electrónico: ignacioagudo@gmail.com

Jefferson Souza da Luz

Projeto “Avulsos Malacológicos – AM”, Caixa Postal (P.O. Box) 88010-970 Centro, Florianópolis, Santa Catarina, SC, Brasil

Resumen

La presencia del caracol no-nativo invasor indo-asiático Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832, especie alienígena en las Américas y la cuenca del Caribe, es confirmada por primera vez en la región sur del Brasil, específicamente en los territorios geográficos de los estados de Santa Catarina/ SC y Paraná/ PR, presumiblemente introducido en forma desapercibida a través del comercio internacional de mudas frutales cítricas. Información adicional preliminar, incluyendo monitoreo y observaciones mínimas de su ciclo biológico, así como sobre su avance geográfico invasivo, facilitado por actividades antropogénicas, son adicionadas. El presente reporte eleva a 26 el número de moluscos continentales exóticos confirmados en el estado de Santa Catarina/ SC.

Palabras clave:

Bioinvasión, Molusco, gastrópodo, exótico, plaga, agrícola, Brasil.

Abstract

The occurrence of the invasive non-native indo-asian snail Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832, alien species in the Americas and Caribbean basin, is confirmed for first time by us in the southern Brazil region, specifically on the Santa Catarina/ SC and Paraná/ PR States territories, presumably unnoticed introduced through international trade in citrus fruit seedlings. Preliminary additional informations, including monitoring and minimal observations of its biological cycle and invasive geographic advancement, facilitated by anthropogenic activities, are added. This report increases to 26 the number of exotic continental molluscs confirmed in the state of Santa Catarina/ SC.

Key words: Bioinvasion, mollusc, gastropod, exotic, pest, agricultural, Brazil.



Introducción

Además de los cambios ambientales, actualmente los moluscos brasileños nativos se enfrentan a la competencia potencialmente enorme de las especies introducidas, que también están afectando a la salud humana en actividades agrícolas y comerciales.

Dado que estas especies exóticas carecen de controles biológicos naturales, pueden provocar la extinción de las nativas. Con la globalización del comercio, los individuos de estas especies incluso son transportados pasivamente entre los continentes, con poca intervención aduanera (Agudo-Padrón y Lenhard 2010).

La presencia en particular de moluscos no-nativos (exóticos e invasores) en el territorio geográfico del estado de Santa Catarina/ SC, región central sur del Brasil, viene siendo sistemáticamente acompañada por nosotros desde el año 2006 (Agudo-Padrón 2011), al punto de contabilizar en la actualidad un total de 25 especies formalmente así reconocidas (Agudo-Padrón 2014: 20-21; Agudo-Padrón 2017).

Metodología

Recientemente, en septiembre 16 2017, el segundo autor del presente reporte (JSL) ocasionalmente detecta la presencia, en plántulas frutíferas de cítricos (naranjas) (Fig.1), de un caracol terrestre (Figs. 2 y 3) transportado inadvertidamente hasta el barrio “Estreito” de Florianópolis Continental (Fig.4). Las plántulas fueron adquiridas en floricultura localizada en el vecino municipio de Palhoça (a 15 km de la región metropolitana), estas son provenientes de huertos cítricos localizados en el interior del municipio “Rio do Oeste”, en el Alto Valle de Itajaí (distante 250 Km de la capital, Florianópolis), de acuerdo al informe del establecimiento comercial agrícola. Poco después, un segundo espécimen es capturado entre las mismas plántulas adquiridas.

Posteriormente, en septiembre 23 2017, JSL visita las instalaciones de la floricultura antes mencionada y todavía consigue recolectar otros nueve (9) especímenes adultos entre las plántulas cítricas comercializadas, dándose inicio al correspondiente diagnóstico taxonómico de la especie involucrada y el paralelo monitoreo de las muestras así obtenidas, para conocimiento extra de algunos de los aspectos relativos a su bioecología (Fig. 2).

Introduction

In addition to environmental changes, native Brazilian molluscs face potentially enormous competition from introduced species, which are also impacting in human health and the agricultural activities. Given that these exotic species lack natural biological controls they may cause the extinction of native ones. With the globalization of trade, individuals of this species are even transported passively among continents, with little customs intervention (Agudo-Padrón & Lenhard 2010).

The presence in particular of non-native molluscs (exotic and invasive) in the geographical territory of the state of Santa Catarina/ SC, central southern Brazil, has been systematically accompanied by us since 2006 (Agudo-Padrón 2011), to the point of currently accounting for a total of 25 species formally recognized (Agudo-Padrón 2014: 20-21; Agudo-Padrón 2017).

Methodology

Recently, on september 26 2017, the second author of this report (JSL) occasionally detects the presence, in fruitful seedlings of citrus fruits (oranges) (Fig. 1) previously acquired in floriculture located in the neighboring Palhoça Municipal District (15 km from the metropolitan region), of a singular land snail (Figs. 2, 3) inadvertently transported to the neighborhood “Estreito” of Continental Florianópolis (Fig. 4), seedlings in turn from citrus orchards located in the interior of the “Rio do Oeste” Municipal District, in the Upper Valley of Itajaí (250 km distant from the capital, Florianópolis), as reported by the agricultural commercial establishment. Soon after, a second specimen is captured among the same seedlings acquired.

Subsequently, on September 23, 2017, the second author (JSL) visits the aforementioned floriculture facilities and still manages to collect another nine (9) adult specimens among the commercialized citrus seedlings (Fig. 1), beginning with the corresponding taxonomic diagnosis of the species involved and the parallel monitoring of the stock thus obtained, for extra knowledge of some of the aspects related to its bioecology (Fig. 2)



Figura 1 . Apariencia de una de las plántulas frutíferas de cítrico (naranja) comercializadas en floricultura del “municipio de Palhoça”, Grande Florianópolis, estado de Santa Catarina/ SC, transportando inadvertidamente caracoles no-nativos invasores indo-asiáticos Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 (Fotografía: Jefferson Souza da Luz, staff del “Projeto AM”).

Figure 1. Appearance of one of the citrus fruit seedlings (orange) marketed in floriculture of the “Palhoça municipal district”, Great Florianópolis region, Santa Catarina State/ SC, inadvertently transporting invasive non-native indo-asiatic snail Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 (Photography: Jefferson Souza da Luz, staff of the “Project AM”).



Figura 2: Caracoles no-nativos invasores indo-asiáticos Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 encontrados en plántulas frutíferas de cítricos comercializadas en floricultura del “Municipio de Palhoça”, Grande Florianópolis, estado de Santa Catarina/ SC (Fotografía: Jefferson Souza da Luz, staff del “Projeto AM”).

Figure 2: Invasive non-native indo-asiatic snail Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 specimens found in fruitful seedlings of citrus marketed in floriculture of the “Palhoça Municipal District”, Great Florianópolis region, Santa Catarina state/ SC (Photography: Jefferson Souza da Luz, staff of the “Project AM”).



Figura 3. Detalles de la concha del caracol no-nativo invasor indo-asiático Ariophanthidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 encontrado en plántulas frutíferas de cítricos comercializadas en floricultura del “Município de Palhoça”, Grande Florianópolis, estado de Santa Catarina/ SC (Fotografía: Jefferson Souza da Luz, staff del “Projeto AM”).

Figure 3. Shell details of the invasive non-native indo-asiatic snail Ariophanthidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 found in fruitful seedlings of citrus marketed in floriculture of the “Palhoça municipal district”, Great Florianópolis region, Santa Catarina State/ SC (Photography: Jefferson Souza da Luz, staff of the “Project AM”).



Abreviaciones: MZSP – Colección de Moluscos del “Museo de Zoología de la Universidad de São Paulo”/ SP, Brasil

Resultados y Discusión

A partir de los caracoles capturados, originarios del “Alto Valle de Itajaí” (Fig. 4) y tras amplia consulta de la literatura malacológica disponible se llega a la conclusión que se trata de representantes de la familia Ariophantidae Godwin-Austen, 1888 y género *Macrochlamys* Benson, 1832, la especie exótica invasora indo-asiática *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 (Blanford y Godwin-Austen 1908), reconocida plaga agrícola contemporánea (Australia 2002; Cowie *et al.* 2009).

Algunas observaciones bioecológicas y biogeográficas

1.- Descripción de la especie, según Blanford y Godwin-Austen (1908)

Animal de color gris violáceo (no negro), alargado. El lóbulo del caparazón derecho es pequeño, el izquierdo está estrechamente reflejado sobre el borde del peristoma, y en el lado basal emite un corto proceso similar a una lengua. El lóbulo dorsal derecho es angosto y alargado, el izquierdo en dos porciones distintas. En los genitales se desprende un saco como cilíndrico moderadamente largo en la unión de los conductos deferentes, y el ciego del pene, al cual está unido el músculo retractor, está fuertemente enrollado. El saco de dardos es largo, la espermateca es corta y alargada en forma de pera. La rádula contiene alrededor de 88 filas de dientes, con la disposición: 34.2.9.1.9.2.34 (45.1.45). La concha es perforada, deprimida, lisa, pulida, translúcida, pardusca pálida, no claramente estriada, pero con líneas microscópicas longitudinales impresas, ligeramente flexuosas y no muy juntas. La espira es baja, conoide. La sutura está ligeramente impresa. El caparazón tiene 5.5 verticilos, que son ligeramente convexos arriba.

El último verticilo no desciende. El último espiral es redondeado en la periferia y moderadamente convexo debajo. La abertura es ligeramente oblicua y ampliamente semilunar. El peristoma es delgado en un plano, con el margen columelar curvo, oblicuo, nunca bastante vertical, llevado adelante y brevemente reflejado arriba. El ancho del caparazón es de 16-18.5 mm. La altura del caparazón es de 8.5 mm.

Abbreviations: MZSP Mollusc collection of the “Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo”/ SP, Brazil.

Results and Discussion

From the captured snails, originating from the “High Valley of Itajaí” (Fig. 4), and after extensive consultation of the available malacological literature, it is concluded that they are representatives of the family ARIOPHANTIDAE Godwin-Austen, 1888 and genus *Macrochlamys* Benson, 1832, the exotic invasive indo-asian *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 (Blanford & Godwin-Austen 1908), recognized contemporary agricultural pest (Australia 2002; Cowie *et al.* 2009).

Some bioecological and biogeographical observations:

1.- Species description, according Blanford & Godwin-Austen (1908):

Gray-violet animal (not black), elongated. The lobe of the right carapace is small, the left lobe is closely reflected on the edge of the peristome, and on the basal side it emits a short process similar to a tongue. The right dorsal lobe is narrow and elongated, the left lobe in two distinct portions. In the genitals a moderately long cylindrical blunt sac at the junction of the vas deferens is detached, and the blind penis, to which the retractor muscle is attached, is strongly coiled. The sack of darts is long, the spermatheca short and elongated in the shape of a pear. The radula contains around 88 rows of teeth, with the arrangement: 34.2.9.1.9.2.34 (45.1.45). The shell is perforated, depressed, smooth, polished, translucent, pale brown, not clearly striated, but with longitudinal microscopic lines printed, slightly flexuous and not very close together. The loop is low, conoid. The suture is slightly printed. The carapace has 5.5 whorls, which are slightly convex above. The last whorl does not descend. The last spiral is rounded at the periphery and moderately convex below. The opening is slightly oblique and widely semilunar. The peristome is thin on one plane, with the columelar margin curved, oblique, never quite vertical, carried forward and briefly reflected above. The carapace width is 16-18.5 mm. The height of the carapace is 8.5 mm.

2.- Descripción y observaciones en los especímenes examinados “*in situ*” :

- Tamaño: conchas con aproximadamente 20 mm en la escala promedio normal (Fig. 3), pudiendo alcanzar 25-30 mm

- Anatomía: además de la tradicional estructura corporal apical defensiva (cuerno caudal) que básicamente sirve para “dar saltos” (... en algunas otras especies parecidas), con forma de “quilla/ garra” (Fig. 2), presentan dos (2) estructuras delgadas como “lengüetas” (prolongaciones del manto?) que constantemente “laman la concha” y, por lo general, solo una de ellas se ve en acción (Luz 2017 a).

- Apareamiento: en el transcurso del acto, los animales experimentan movimientos rápidos de torsión lateral de sus caparazones (Luz 2017 b), acción aparentemente defensiva. La puesta de huevos ocurre aproximadamente tres (3) días después del apareamiento.

- Huevos: en promedio, se calcula regularmente 46 huevos blancos por desova/ postura, con un mínimo de 33-40 y picos máximos contabilizados por encima de 64, depositados/ enterrados en el sustrato (suelos, independientes entre sí), ocupando la “matriz reproductiva” entre 8 y 9 horas para realizar el trabajo (se observó que los caracoles en cuestión ponen sus huevos bajo la protección de “tablas de madera” en los jardines). Fuera del nido de postura, en contacto con el aire exterior, secan y “revientan” rápidamente, en promedio, 15-21 días para nacer.

- Recién nacidos: de 2,0 a 2,5 mm (tamaño al nacer). Están “ocultos” en el sustrato hasta que son lo suficientemente “robustos” como para emerger al medio ambiente, tardan entre 7 y 8 días en abandonar el nido, con casi 2 o 3 veces el tamaño inicial.

- Alcance de madurez reproductiva: entre 75-90 días a partir del nacimiento/ eclosión, con tamaño medio de 15mm y una producción mínima inicial de 10-12 huevos por desova/ postura

Biogeografía – Distribución regional conocida (Figs. 4 y 5)

- La especie ya está ocurriendo, en la región metropolitana de la “Gran Florianópolis” (“Palhoça” – 27°38’42”S; 48°40’04”W -- --, “São José” – 27°36’57”S; 48°37’54”W y “Florianópolis Continental” – 27°35’40”S; 48°34’31”W), así como en “Joinville” (26°18’14”S; 48°50’45”W), el “Alto

2.- Description and observations on the examined specimens “*in situ*”:

- Size: shells with approx. 20mm in the normal average scale (Fig. 3), being able to reach 25-30mm.

- Anatomy: in addition to the traditional apical body defensive structure (caudal horn) who basically serves to “jump” (... in some other similar species), with the form of a “keel/ claw” (Fig. 2), it presents two (2) thin “tongue-like” structures (prolongations of the mantle ?) that constantly “lick the shell” and, usually, only one of them is seen in action (Luz 2017 a).

- Mating: in the course of the act the animals experience rapid movements of lateral twisting of your shells (Luz 2017 b), action apparently defensive. Egg laying occurs approximately three (3) days after mating.

- Eggs: on average regular estimate of 46 white eggs per brooding/ posture, with a minimum of 33-40 and a maximum peaks contabilized above 64, deposited/ buried in the substrate (loose, independent of each other), occupying the “reproductive matrix” between 8 and 9 hours to carry out the work (was observed that the snails in question lay their eggs under the protection of “wooden boards” in the gardens). Outside the posture nest, in contact with the air outdoors, quickly desiccate and “burst”. On average 15-21 days to hatch.

- Newborns: 2,0 to 2,5mm (size at birth). They are “hidden” in the substrate until they are “robust” enough to emerge into the environment, taking around 7 to 8 days to leave the nest, with almost 2 or 3 times the initial size.

- Reach of reproductive maturity: between 75-90 days from birth/ hatching, with average size of 15mm and an initial minimum production of 10-12 eggs per brooding/ posture.

3.- Biogeography – Regional distribution known (Figs. 4,5):

- The species is already occurring, confirmedly, in the metropolitan region of the “Great Florianópolis” (“Palhoça” – 27°38’42”S; 48°40’04”W ---, “São José” – 27°36’57”S; 48°37’54”W and “Florianópolis Continental” – 27°35’40”S; 48°34’31”W), as well as in “Joinville” (26°18’14”S; 48°50’45”W), the “High Valley of Itajaí” (Municipality of “Rio do Oeste” – 27°11’34”S; 49°47’49”W)

Valle de Itajaí” (municipio de “Río do Oeste” – 27°11’34”S; 49°47’49”W) y el municipio de “Correia Pinto” (reciente localidad verificada – 27°35’06”S; 50°21’39”W) (Agudo-Padrón, en prensa), transportada desapercibidamente en mudas/ plántulas de naranjas.

En el estado de Santa Catarina/ SC presenta ocurrencia específica en las “regiones malacológicas” uno (1) Gran Florianópolis; dos (2) Norte; cuatro (4) Tierras altas y seis (6) Valle del Río Itajaí (Agudo-Padrón 2014: 9; en prensa) (Fig. 4).

- Todavía, en el transcurso de los trabajos desarrollados, algunos “reportes adicionales de campo” ilustrados con fotografías (nitidamente involucrando la misma especie) fueron recibidos por nosotros, enviados por personas interesadas desde tres (3) localidades (municipios) del vecino estado de Paraná/ PR (Fig. 5): “Paranavaí” (23°04’22”S; 52°27’54”W -- región productora de frutos cítricos), “Maringá” (23°25’30”S; 51°56’20”W), ambas regiones localizadas en el denominado Tercer Planalto Paranaense, y “Matinhos” (25°49’04”S; 48°32’34”W), localizado en la Planicie Litoral del estado, todos invariablemente informando notables y repentinas actividades poblacionales.

Dos (2) lotes (muestra representativa) fueron depositados en colección científica malacológica de museo, para los correspondientes efectos de referencia: MZSP 137089 (10 conchas en vía seca, de Palhoça, Grande Florianópolis, Santa Catarina/ SC) ; MZSP 137090 (14 conchas em vía seca, de Maringá, Paraná/ PR).

Conclusiones

Macrochlamys cf. *indica* Benson, 1832 (Figs. 2, 3), especie alienígena representante de la familia Ariophantidae, es confirmada por primera vez en las Américas y la cuenca del Caribe a través de la región continental sur del Brasil, específicamente en los territorios geográficos de los estados de Santa Catarina/ SC (6 localidades, en 4 regiones) (Agudo-Padrón, en prensa) (Fig. 4) y Paraná/ PR (3 localidades, en 2 regiones) (Fig. 5), presumiblemente introducida en forma desapercibida a través del comercio internacional de mudas frutales cítricas.

and the Municipality of “Correia Pinto” (recent verified locality -- 27°35’06”S; 50°21’39” W) (Agudo-Padrón, In Press), transported unnoticed in orange seedlings. In the state of Santa Catarina/ SC, it has a specific occurrence in the “malacological regions” (1) Great Florianópolis, (2) North, (4) Highlands and (6) Itajaí River Valley (Agudo-Padrón 2014: 9; In Press) (Fig. 4).

- Still, in the course of the work developed, some “additional field reports” illustrated with photographs (clearly involving the same species) were received by us, sent by interested persons from three (3) localities (Municipalities) of the neighboring state of Paraná/ PR (Fig. 5): “Paranavaí” (23°04’22” S; 52°27’54” W - citrus fruit producing region), “Maringá” (23°25’30” S; 51°56’20” W), both regions located in the Third Paranaense Plateau, and “Matinhos” (25°49’04”S; 48°32’34” W), located in the State’s Coastal Plain, all invariably reporting notable and sudden population activities.

Two (2) representative samples/ vouchers, conserved in dry medium/ via, were deposited in institutional museum scientific collection, for the corresponding reference purposes: MZSP 137089 (10 shells, of Palhoça, Grande Florianópolis, Santa Catarina/ SC) ; MZSP 137090 (14 shells, of Maringá, Paraná/ PR).

Conclusions

Macrochlamys cf. *indica* Benson, 1832 (Figs. 2,3), alien species representative of the family Ariophantidae, is confirmed for the first time in the Americas and the Caribbean basin through the southern continental region of Brazil, specifically in the geographical territories of the states of Santa Catarina / SC (6 localities, in 4 regions) (Agudo-Padrón, In Press) (Fig. 4) and Paraná / PR (3 localities, in 2 regions) (Fig. 5), presumably introduced unnoticed through the international trade of citrus fruit seedlings.

A typically synanthropic, prolific and highly invasive species (situation facilitated by anthropogenic activities), very active and adaptable to diverse conditions. Adult individuals actively eat the dead shells of their congeners and the unhatched eggs that are within their reach (under conditions of confinement was verified frank behavior of “cannibalism”). In the field, they graze in citrus orchards and seedlings, as well as in vegetables and ornamental plants when “population explosions” occur,

Una especie típicamente sinantrópica, prolífica y altamente invasiva (situación facilitada por actividades antropogénicas), muy activa y adaptable a diversas condiciones. Los individuos adultos comen activamente las conchas muertas de sus congéneres y los huevos no eclosionados que están a su alcance. (en condiciones de confinamiento fué verificada franca conducta de “canibalismo”).

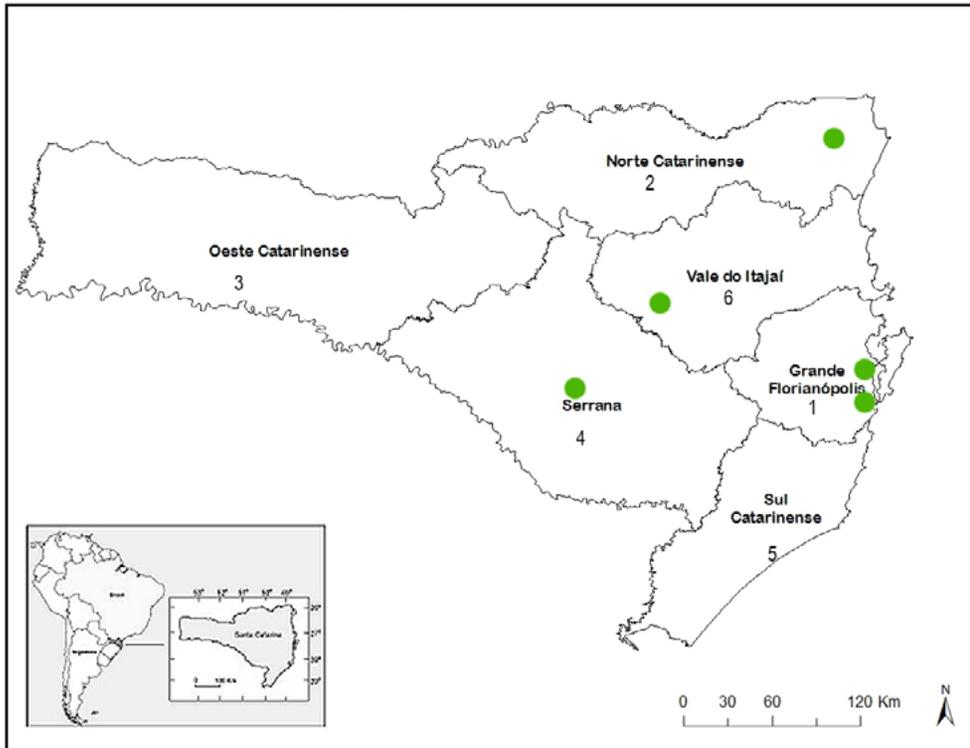


Figura 4. Distribución actual conocida del caracol no-nativo invasor indo-asiático Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 en el territorio geográfico del Estado de Santa Catarina/ SC, región sur del Brasil. Crédito Mapa: Original por A. Ignacio Agudo-Padrón, Projeto AM.

Figure 4. Present distribution knowledge of the invasive non-native indo-asiatic snail Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 in the geographical territory of Santa Catarina State/ SC, Southern Brazil region. Credit Map: Original by A. Ignacio Agudo-Padrón, Project AM.

(reported in “Maringá/ PR” attacking leaves and orchid roots -- Sybelle Bellay, Pers. com), showing a marked preference for commercial food for dogs in laboratory/ captivity conditions, avid eaters of “ground oyster shell”, commercial limestone offered in “flower shops” commonly used in Heliciculture.

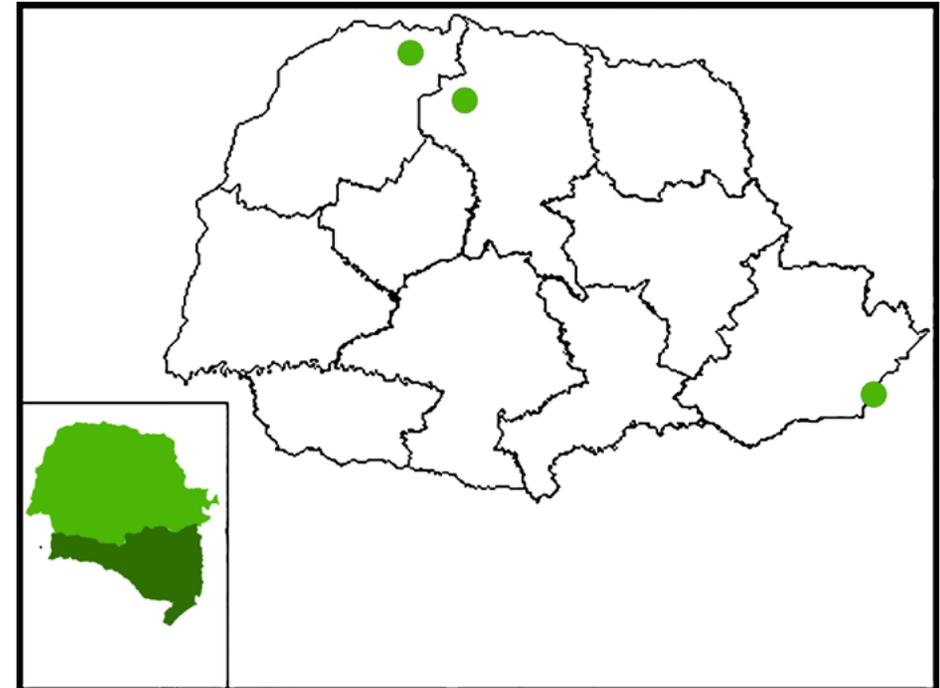


Figura 5. Distribución actual conocida del caracol no-nativo invasor indo-asiático Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 en el territorio geográfico del Estado del Paraná/ PR, región sur del Brasil. Crédito Mapa: Original por A. Ignacio Agudo-Padrón, Projeto AM.

Figure 5. Present distribution knowledge of the invasive non-native indo-asiatic snail Ariophantidae *Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832 in the geographical territory of Paraná State/ PR, Southern Brazil region. Credit Map: Original by A. Ignacio Agudo-Padrón, Project AM.



En el campo, pastan en huertos y plántulas de cítricos, así como en vegetales y plantas ornamentales cuando se producen “explosiones de población” (reportada en “Maringá/ PR” atacando hojas y raíces de orquídeas -- Sybelle Bellay, Com. Pers.), mostrando una marcada preferencia por comida comercial para perros en condiciones de laboratorio/ cautiverio, ávidos comensales de concha de ostra molida, materia caliza comercial ofrecida en “floriculturas”, comúnmente utilizada en Helicicultura.

El presente reporte eleva a 26 el número de moluscos continentales no-nativos confirmados en el territorio geográfico del estado de Santa Catarina/ SC (Agudo-Padrón 2014: 20-21; Agudo-Padrón 2017) (Fig. 4).

Agradecimientos

Especial reconocimiento, por sus oportunos y bien documentados reportes de campo, a los siguientes informantes residentes en el vecino estado de Paraná/ PR, región sur del Brasil: Leonardo Julio (Paranavaí), Sybelle Bellay (Maringá), Marcos De Vasconcellos Gernet (Matinhos) Al Dr. Luiz Ricardo L. Simone (São Paulo), por el oportuno depósito de muestras representativas en el MZSP.. Nuestras sinceras gracias.

Bibliografía/Bibliography

- Agudo-Padrón, A.I. 2011. Exotic molluscs (Mollusca, Gastropoda et Bivalvia) in Santa Catarina State, Southern Brazil region: check list and regional spatial distribution. *Biodiversity Journal*, 2(2): 53-58. Available online at: http://www.biodiversityjournal.com/pdf/2_53-58.pdf
- Agudo-Padrón, A.I. 2014. Inventário sistemático de los moluscos continentales ocurrientes en el Estado de Santa Catarina, Brasil. *Bioma*, 2(21): 6-23. Available online at: http://www.academia.edu/7712248/Revista_BIOMA_julio_2014
- Agudo-Padrón, A.I. 2017. Another invader among us: first confirmed record of the invasive non-native asian clam *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) in Santa Catarina State, Southern Brazil. *FMCS Newsletter Ellipsaria*, 19(3): 28-30. Available online at: <http://molluskconservation.org/PUBLICATIONS/ELLIPSARIA/EllipsariaSept2017.pdf>
- Agudo-Padrón, A.I. In Press. Revised and updated systematic inventory of non-marine molluscs occurring in the State of Santa Catarina/ SC, Central Southern Brazil region. *Advances in Environmental Studies*, 2(1):

.....

This report increases to 26 the number of continental non-native molluscs confirmed in the geographical territory of the Santa Catarina State/ SC (Agudo-Padrón 2014: 20-21; Agudo-Padrón 2017) (Fig. 4).

Acknowledgments

Special recognition, for its timely and well documented field reports, to the following informants living in the neighboring state of Paraná/ PR, southern region of Brazil: Leonardo Julio (Paranavaí), Sybelle Bellay (Maringá), Marcos De Vasconcellos Gernet (Matinhos) To Dr. Luiz Ricardo L. Simone (São Paulo), for the timely deposit of representative samples/ vouchers in the MZSP.. Our sincere thanks.

- Agudo-Padrón, A.I. & Lenhard, P. 2010. Introduced and invasive molluscs in Brasil: a brief overview. *IUCN/ SSC Newsletter Tentacle*, (18): 37-41. Available online at: http://www.hawaii.edu/cowielab/tentacle/Tentacle_18.pdf
- Australia – Agriculture, Fisheries and Florestry. 2002. Citrus Imports from the Arab Republic of Egypt – A Review Under Existing Import Conditions for Citrus from Israel. *Biosecurity Australia*. Available online at: http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/ba/plant/ungroupeddocs/fin_egyptian_citrus.pdf
- Blanford, W.T. & Godwin-Austen, H.H. 1908. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. *Mollusca. Testacellidae and Zonitidae*. Taylor & Francis, London, p. 95-96. Available online at: <https://archive.org/stream/molluscatestacel00blania/#page/94/mode/2up>
- Cowie, R.H.; Dillon R.T.; Robinson D.G. & Smith J.W. 2009. Alien non-marine snails and slugs of priority quarantine importance in the United States: A preliminary risk assessment. *American Malacological Bulletin*, 27: 113-132. Available online at: <https://web.archive.org/web/20160616175729/http://dillonr.people.cofc.edu/Cowie-et-al-2009.pdf>
- Luz, J.S. da. 2017 a. ARIOPHANTIDAE: “*Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832”. Florianópolis, SC: AM Vídeos. Available online at: <https://www.youtube.com/watch?v=qEBPGZfkUYg>
- Luz, J.S. da. 2017 b. ARIOPHANTIDAE: “*Macrochlamys* cf. *indica* Benson, 1832” - Mating in progress. Florianópolis, SC: AM Vídeos. Available online at: <https://www.youtube.com/watch?v=hfm1V0l8RcM&feature=share>

Erupción Volcán de San Miguel 2013

Durante la Erupción del Volcán de San Miguel a finales de diciembre de 2013, (29/12/2013), el Grupo de Investigación Vulcanológica de la Universidad de El Salvador realizó un proceso de Monitoreo y Vigilancia durante el estado de emergencia anunciado por el Ministerio de Medio Ambiente. Se realizó monitoreo visual y además mediciones de los gases volcánicos como Dióxido de Azufre.

Lic. Efraín Benítez

Grupo de Investigación Vulcanológica de la UES



Evaluación bio-económica de alojamientos y densidades de siembra para el cultivo de caracoles comestibles de agua dulce (*Pomacea flagellata* Say, 1827)

Benavides, J. R.

Licenciatura en Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: roxanabenavides@hotmail.com

Chacón, M.A.

Licenciatura en Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: maria01_chacon01@yahoo.es

Portillo N. Y.

Licenciatura en Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: portyyam_tein@hotmail.com

Ruano Iraheta, C. E.

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: carlos.ruano@ues.edu.sv

Erroa Ramos, I.R.

Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: idalia.erroa@ues.edu.sv

Ramos Sosa, R.A

Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: Rudy.ramos@ues.edu.sv



Resumen

Existe información limitada sobre el cultivo de caracoles de agua dulce del orden Mesogastropoda y familia Ampullaridae en El Salvador. La mayoría de la población desconoce este recurso y los beneficios potenciales que tiene para la familia de las zonas rurales. El alojamiento y la densidad del caracol *Pomacea flagellata* Say fue evaluado durante 180 días en la Piscigranja de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador. Los tratamientos fueron: tanque de asbesto con densidad de 1 caracol / 3 litros de agua, tanque de asbesto con 1 caracol / 6 litros de agua, recipientes plásticos con 1 caracol / 3 litros de agua y recipientes plásticos con 1 caracol / 6 litros de agua. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento. La cantidad de caracoles por repetición varió según la densidad. La regresión lineal se usó para conocer la relación entre peso y tamaño. Además se realizó un análisis bromatológico y un parasitológico. Las variables evaluadas fueron: peso, tamaño, sobrevivencia, rendimiento de material comestible y comparación de peso con tamaño. También se realizó una comparación económica (presupuesto parcial). No se observó diferencia significativa en peso y tamaño. En el rendimiento se obtuvo significancia estadística ($p=0.028$) y el valor mayor fue 59.44% en recipientes plásticos con 1 caracol / 6 litros de agua. La mayor sobrevivencia correspondió al recipiente plástico con 1 caracol / 3 litros de agua con un 97.95%. Se obtuvo una relación lineal positiva entre el peso y el tamaño ($r^2=0.96$, 0.96 y 0.95% para altura, diámetro y eje de la concha, respectivamente). En el presupuesto parcial todos los tratamientos resultaron con beneficios netos negativos, debido a las bajas densidades, el costo de los alojamientos y transporte. Según el análisis bromatológico, la proteína y grasa en base seca del material comestible fueron 51.50 % y 5.60 %, respectivamente. En el parasitológico únicamente se observaron quistes de amibas de vida libre de *Endolimax nana*. La principal conclusión fue: el peso y tamaño de los caracoles durante el crecimiento fue similar estadísticamente para todos los tratamientos.

Palabras clave: *Pomacea flagellata* Say, caracoles de agua dulce, seguridad alimentaria, Mesogastropoda, Ampullaridae.

Abstract

There is limited information about freshwater snails order Mesogastropoda and family Ampullaridae in El Salvador. The majority of people do not know this resource and its potential benefits. This research was developed at the fish farm of the School of Biology, University of El Salvador. The effect of housing and density in the production of *Pomacea flagellata* Say was evaluated during 180 days. The treatments were: asbestos tank with snail density of 1/3 liters of water, asbestos tank with snail density of 1/6 liters of water, plastic containers with snail density of 1/3 liters of water and plastic containers with snail density of 1/6 liters of water. Was used the statistical design completely randomized with five replicates per treatment. The variables evaluated were: weight, height, diameter, axis of the shell, yield, survival and weight compared with size. Was used an economical comparison using partial budget. There was no significant difference between weight, height, diameter and axis of the shell; while the yield of edible material was obtained statistical significance ($p = 0.028$). The highest value was 58.91% in plastic containers with 1 snail / 6 lt of water. The best survival results corresponded to plastic containers with 1/3 liters of water with 97.95%. In the comparison of weight and size was a positive relation between the variables ($r^2=0.96$, 0.96 y 0.95 % for height, diameter and axis of the shell). In the partial budget showed in all treatments, net profits were negative due to low densities and high cost of the housing and transportation. The edible material analysis showed high protein and low fat in dry basis: 51.50 % y 5.60 %. The parasitological diagnosis reported *Endolimax nana*. The main conclusion was: the weight and size for the snails during the growth was statistically similar for all treatments.

Key words: *Pomacea flagellata*, Say, Freshwater, snails, food, safety, Mesogastropoda, Ampullaridae.

Introducción

La crianza de caracoles tiene muchas ventajas sobre otros cultivos: son nutritivos y libres de huesos y otros desechos; su cultivo no requiere de importación de granos o concentrados; por lo tanto, no compiten con los humanos por el alimento (Jiménez Pérez y Santamaría 2008). Según Lobo Vargas (1986), el cultivo del caracol es una alternativa de alimentación, por su alto contenido proteico (59%). Viladeval (1983), por su parte reportó minerales como: calcio, magnesio, zinc, cobre, manganeso, níquel, cobalto, aluminio, azufre y yodo además de la vitamina C, lo que lo convierte en un alimento completo. Los caracoles *Pomacea flagellata* pertenecen al orden Mesogastropoda y familia Ampullaridae. Tienen una distribución geográfica tropical y subtropical en los diferentes continentes (Ozaeta, 2002). Habitan ríos y esteros, donde el agua no corre con mucha fuerza, pero tiene un movimiento constante, para permanecer oxigenada. Por lo general se encuentran en lugares no muy profundos, ni muy soleados, donde las plantas de orilla y acuáticas como la ninfa acuática *Eichornia crassipes* les proporcionan sombra y alimentación a estos animales. Son animales nocturnos, así que aprovechan estas horas para alimentarse (Puentes y Morales, 2000). También se le considera herbívoro y omnívoro, ya que puede comer prácticamente de todo: algas de todo tipo, guisantes, acelga, pepino, artemia, pescado, carroña y alimento en escamas para peces (Erivaj, 2006). En cuanto a la anatomía posee una respiración branquial-pulmonar, para lo cual poseen una estructura que se conoce con el nombre de sifón que posteriormente se dirigirá hacia el saco pulmonar (Puentes y Morales, 2000).

Los parámetros físico-químicos del agua más importantes para el caracol *Pomacea* sp. son la temperatura, oxígeno, pH y concentración de carbonato de calcio. Ozaeta (2002), encontró que la temperatura óptima del agua varía entre 22°C a 25°C; los niveles de oxígeno de 1 a 4 ppm.; el pH entre 6 a 9; concentración de carbonato disuelto en el agua entre 80 y 130 mg/l, para una buena formación de la concha.

Reyes citado por Ozaeta (2002) evaluó una densidad de siembra de un caracol por nueve litros de agua.

Parra (1984), citado por Brito *et al.* s.f. evaluó una densidad de un caracol por cada cuatro litros de agua y se obtuvieron tasas de sobrevivencia en *P. flagellata* entre 80% y 100%. La talla comercial la pueden alcanzar a partir de los cinco a seis meses, con un diámetro hasta de más de 40 mm.; con peso promedio de 9.8 g con concha (Ozaeta, 2002).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la biomasa del caracol (*Pomacea flagellata* Say), el rendimiento, sobrevivencia y la rentabilidad en dos alojamientos y dos densidades de siembra en condiciones controladas.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en la Piscigranja de la Escuela de Biología, de la Universidad de El Salvador. La fase pre-experimental y experimental fue de 180 días.

Metodología de campo: durante la fase pre-experimental, se colectaron huevos de caracoles *P. flagellata*, orden Mesogastropoda y familia Ampullaridae, en un manantial de Chanmico,

municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, El Salvador. Estos huevos fueron trasladados al Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Luego se transfirieron las masas de huevos a un recipiente con agua por encima de una malla de 5 mm hasta la eclosión de estos. A los caracoles inmaduros se les ofreció alimento para peces y luego se colocaron en las dos modalidades de alojamiento. En esta fase se realizó la preparación del alojamiento, efectuando una limpieza y desinfección utilizando hidróxido de calcio (cal apagada) en el tanque de asbesto en una concentración de 600 gramos/m² (International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University, s.f.), el cual se usó para pintar las paredes de la estructura utilizando según las dimensiones de los tanques de asbesto una cantidad de 256 gramos de hidróxido de calcio dejándolo por cuatro días. En cuanto a los recipientes plásticos solo se lavaron con abundante agua. Posteriormente se retiraron los restos de hidróxido de calcio con abundante agua en los tanques de asbesto: llenando las modalidades de alojamientos con agua potable; dejándolos reposar por diez días para la maduración del agua y evaporación del cloro. Luego se introdujo la ninfa acuática *Eichornia crassipes* como alimento de los caracoles en una cantidad de 24 gramos por caracol, tanto en recipientes plásticos como en los tanques de asbesto. La fase experimental se inició con la identificación de los caracoles *P. flagellata* Say que se realizó a los 51 días de nacidos, utilizando tinta indeleble de color rojo, enumerándolos correlativamente en la superficie de la concha del caracol. La distribución



de los caracoles en estudio en cada uno de los alojamientos se realizó al azar. La cantidad de carbonato de calcio utilizada en cada tanque de asbesto fue de 10.28 gramos y en cada recipiente plástico un total de 0.92 gramos de carbonato de calcio. En los cambios de agua de los recipientes plásticos y los tanques de asbesto, se eliminó un 30% de agua en todos los tratamientos en la que se utilizaba agua reposada. Para la toma de datos se utilizó el calibrador de vernier que nos ayudó a obtener las medidas: altura, diámetro y eje de la concha del caracol *P. flagellata* Say y para el peso se utilizó una balanza semi-analítica. La toma de datos, el suministro de carbonato de calcio y los cambios de agua se realizaron cada quince días. La investigación se llevó a cabo en dos tanques de asbesto que miden internamente: 1.73 m de largo por 1.32 m de ancho y 0.65 m de profundidad. En cada uno de los tanques se utilizó 0.25 m de profundidad del agua, debido a las densidades de siembra que se manejaron en este estudio. También se utilizaron 10 recipientes plásticos, con las dimensiones internas de 0.33 m de alto por 0.59 m de diámetro superficial por 0.45 m de diámetro inferior, con una profundidad del agua de 0.24 m. Se midieron los parámetros ambientales de temperatura del agua y ambiente (termómetro), humedad relativa (higrómetro) y luminosidad (luxómetro).

Metodología de laboratorio: se realizó análisis bromatológico tanto del caracol como de la ninfa acuática, análisis físico-químico del agua, el diagnóstico de parásitos, y se realizó el análisis bacteriológico de agua utilizada.

Metodología Estadística

Diseño estadístico

Se utilizó el diseño completamente al azar, para realizar la comparación de los cuatro tratamientos, los cuales contaron con cinco repeticiones para cada uno. Se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$ con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.1.3. para las variables en estudio, excepto la sobrevivencia, el peso total (incluyendo la concha) y peso de material comestible a los cuales se les aplicó una comparación de medias.

Las unidades experimentales utilizadas fueron los caracoles *Pomacea flagellata* Say. Los factores en estudio consistieron en las dos modalidades de alojamiento que fueron los tanques de asbesto y los recipientes plásticos y las diferentes densidades de siembra que se evaluaron fueron de 1 caracol / 3 litros y 1 caracol / 6 litros de agua.

Los tratamientos evaluados fueron:

T1: R1D1= tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros de agua con 190 caracoles en total y cada repetición formada por 38 unidades experimentales.

T2: R1D2= tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros de agua con 95 caracoles en total y cada repetición formada por 19 unidades experimentales.

T3: R2D1= recipientes plásticos con densidad de siembra de 1 caracol / 3 litros de agua con 85 caracoles en total y cada repetición formada por 17 unidades experimentales.

T4: R2D2= recipientes plásticos con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros de agua con 45 caracoles en total y cada repetición formada por 9 unidades experimentales.

Variables en estudio

Peso (g), altura de la concha (mm), diámetro de la concha (mm) y eje de la concha (mm), rendimiento de material comestible (%), sobrevivencia de los caracoles (%) y comparación de peso con tamaño.

Los parámetros físico-químicos del agua fueron: temperatura del agua, oxígeno disuelto (mg/l), pH, y dureza total del agua (mg CaCO₃ /l).

Los parámetros ambientales fueron: iluminación (lux) y temperatura ambiental (°C).

Los parámetros bromatológicos para los caracoles y la planta acuática fueron: proteína (%), grasa (%), cenizas (%), fibra cruda (%) y humedad (%).

El parámetro parasitológico del caracol fue: diagnóstico parasitario cualitativo. Además se realizó un análisis bacteriológico del agua.

Metodología Socioeconómica. Para el análisis económico se utilizó un presupuesto parcial, ya que no incluyeron todos los costos de producción, solo los que fueron afectados por los tratamientos alternativos considerados (CIMMYT, 1988).

Resultados

Peso

El peso de los caracoles se incrementó con el tiempo en todos los tratamientos (Fig. 1). Según el análisis estadístico realizado no hubo diferencia significativa entre los cuatro tratamientos que se evaluaron. El mayor peso promedio comercial

alcanzado en este experimento fue de 13.56 gramos en el T2 (tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros de agua con 95 caracoles en total), a los 177 días de edad (casi 6 meses). La ganancia de peso por día obtenido fue de 0.10 gramos con una cantidad de oxígeno en el agua de 4.45 mg/litro.

Altura, diámetro y eje de la concha (mm).

La tendencia con respecto al tiempo fue ascendente en todo el período de evaluación y para todos los tratamientos (Figs. 2, 3, 4). Estadísticamente no hubo diferencia significativa, por lo tanto el crecimiento no fue afectado por el tipo de alojamiento ni por la densidad de siembra evaluada. El tratamiento (T) con mayores dimensiones de crecimiento promedio de la concha fue el del T2 (tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros de agua con 95 caracoles en total) que obtuvo 40.07 mm de altura, 38.84 mm de diámetro y 29.88 mm de eje de la concha.

Rendimiento de material comestible del caracol

En el muestreo realizado al momento del sacrificio (finalizado el periodo de engorde del caracol), el tratamiento que obtuvo mayor peso total (incluyendo la concha) fue el T2 (tanques de asbesto con densidad de siembra de 1 caracol / 6 litros de agua con 95 caracoles en total), con 23.86 gramos. En relación al peso de material comestible, el mejor resultado se obtuvo en el T2 con 10.32 gramos, seguido del T1, T3 y el menor peso se obtuvo en el T4 (Fig. 5).

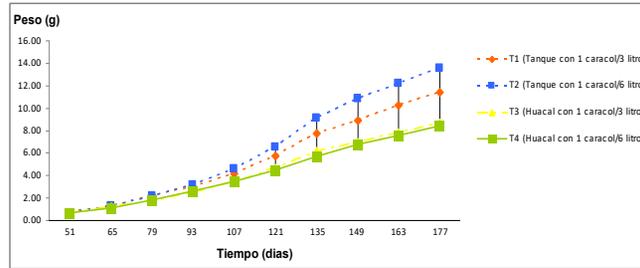


Figura 1. Peso (g) de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, con relación al tiempo

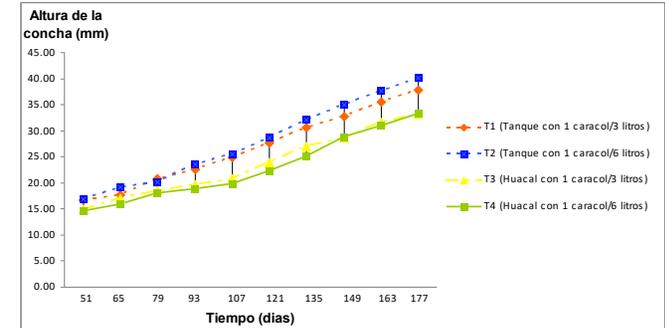


Figura 2. Altura de la concha (mm) de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, con relación al tiempo.

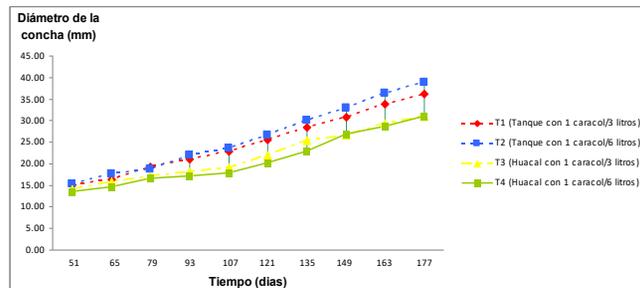


Figura 3. Diámetro de la concha (mm) de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, con relación al tiempo.

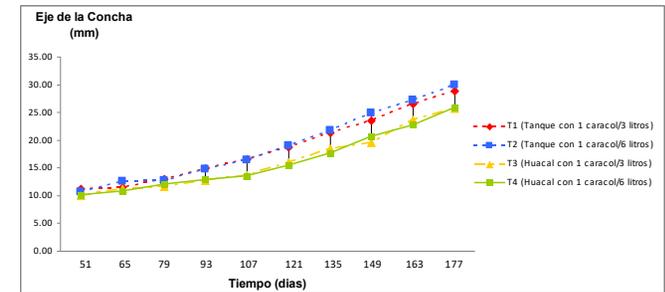


Figura 4. Eje de la concha (mm) de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, con relación al tiempo.

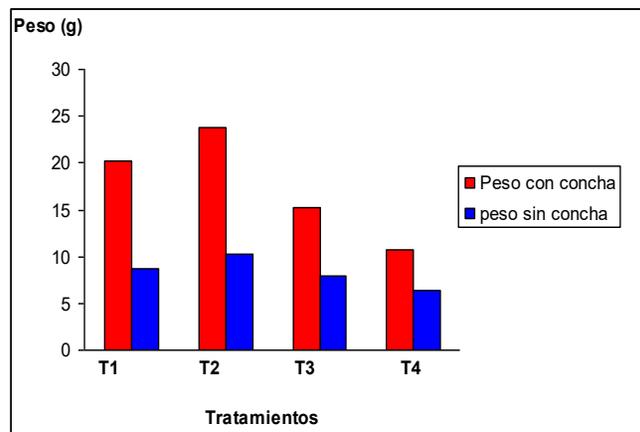


Figura 5. Peso de material comestible con concha y sin concha de los caracoles *Pomacea flagellata* Say.

Según el análisis estadístico el rendimiento de material comestible de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, presentó diferencia significativa en el alojamiento ($p= 0.0278$), mientras que la densidad y la interacción entre alojamiento por densidad no presentaron diferencias significativas. Al aplicar la prueba estadística DMS, se comprobó que los tratamientos de los recipientes plásticos superaron a los tanques de asbesto (Fig. 6).

Sobrevivencia de los caracoles

En general, los valores de sobrevivencia obtenidos fueron altos en todos los tratamientos. El menor porcentaje de sobrevivencia se presentó a los 93 días (77.11% en el T1). A partir de los 107 días se observó mayor sobrevivencia (97.95 %) y se mantuvo casi constante en la mayoría de los tratamientos (Fig.7).

A pesar que los valores promedios de sobrevivencia por tratamiento en los 177 días de evaluación fueron similares, el mayor promedio en el porcentaje de sobrevivencia se obtuvo en el T3 con un 97.95%.

Comparación de peso y tamaño de los caracoles

En el análisis de regresión las variables relacionadas de Peso (X) con Altura (Y), y Peso (X) con Diámetro (Y) y Peso (X) con Eje de la concha (Y), presentaron $r^2=0,96$, $r^2= 0.96$ y $r^2=0.95$ respectivamente, por lo que existe relación positiva y lineal entre las variables (Figs. 8, 9, 10).

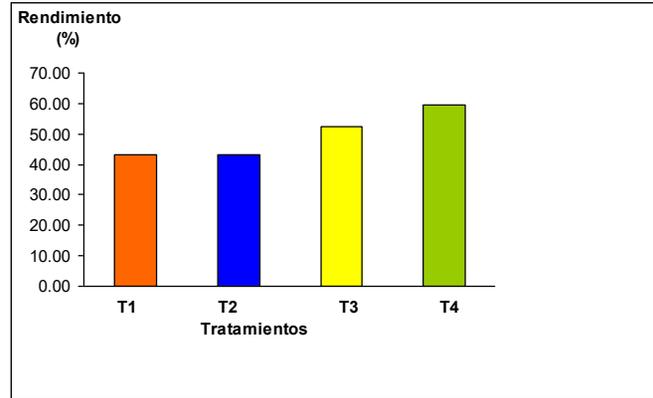


Figura 6. Rendimiento de material comestible de los caracoles *Pomacea flagellata* Say.

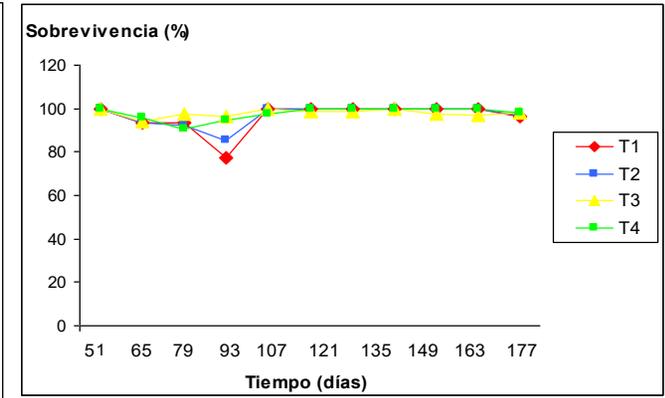


Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia de los caracoles *Pomacea flagellata* Say, por tratamiento.

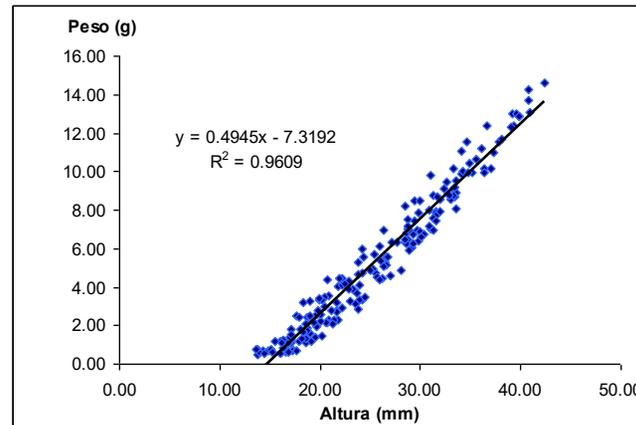


Figura 8. Relación entre el peso de los caracoles y la altura de la concha.

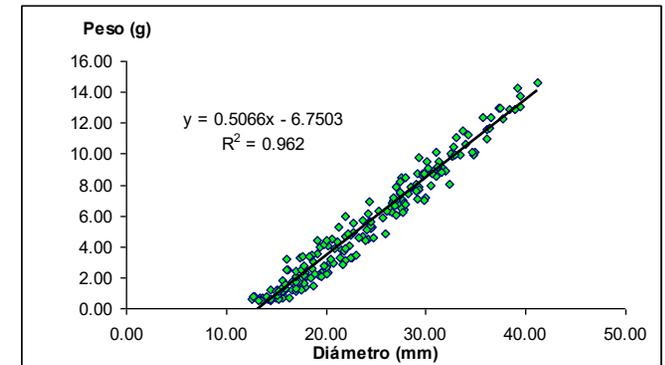


Figura 9. Relación entre el peso de los caracoles y el diámetro de la concha.

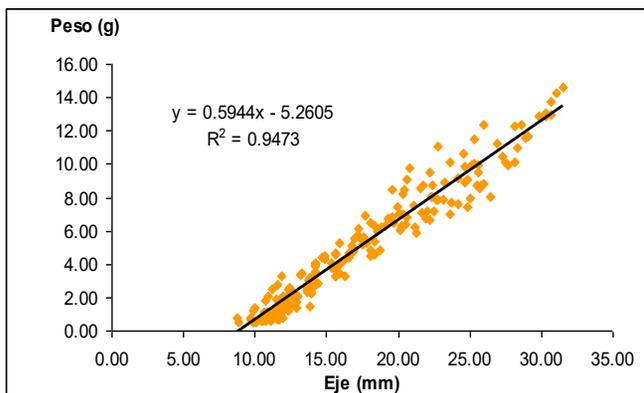


Figura 10. Relación entre el peso de los caracoles y el eje de la concha. Comparación económica.

Comparación económica

Los mayores beneficios brutos de campo se observaron en los tanques de asbesto, lo que correspondió a los mayores pesos totales (incluyendo concha), pero los mejores beneficios netos, se obtuvieron en los recipientes plásticos. Todos los tratamientos resultaron con beneficios netos negativos (Cuadro 1).

Resultados de laboratorio

Parámetros físico- químicos del agua

La temperatura promedio del agua para todos los tratamientos fue 20.6 °C. En el día 93 se obtuvieron valores bajos de 17.6 a 18°C.

Los parámetros químicos oxígeno disuelto, pH y dureza total del agua para todos los tratamientos se mantuvieron en los rangos: 4.45 a 5.61 mg/l, 7.03 a 7.24 y 2465.98 a 2564.23mg de CaCO₃/l.

Cuadro 1. Presupuesto parcial para los tratamientos (USD).

| Detalle | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Beneficio bruto | 6.49 | 4.20 | 2.64 | 1.31 |
| Transporte de huevos de caracoles | 3.20 | 1.60 | 1.43 | 0.76 |
| Carbonato de calcio | 0.0043 | 0.0043 | 0.0004 | 0.0004 |
| Ninfa | 1.76 | 0.93 | 0.93 | 0.47 |
| Uso de tanque | 2.50 | 2.50 | 0.00 | 0.00 |
| Uso de recipiente plástico | 0.00 | 0.00 | 1.38 | 1.38 |
| Alambre galvanizado | 0.36 | 0.36 | 0.53 | 0.53 |
| Tela impermeable | 1.80 | 1.80 | 0.45 | 0.45 |
| Total de costos que varían | 9.63 | 7.20 | 4.72 | 3.59 |
| Beneficios netos | (3.14) | (3.00) | (2.08) | (2.28) |

Parámetros ambientales

La iluminación y la temperatura del aire fueron normales para la mayoría de días, excepto el día 93, en el cual los valores fueron los más bajos debido a lluvias intensas y continuas. La iluminación de ese día fue 707 lux y la temperatura del aire de 19.7°C.

Análisis bromatológico de los caracoles *Pomacea flagellata* Say

Se obtuvo un porcentaje de proteína en base seca de 51.50 %, grasa 5.60%, fibra 0.56%, y humedad 83.69%.

Análisis bromatológico de la ninfa acuática (*Eichornia crassipes*)

Se obtuvo un porcentaje de proteína en base seca de 17.77 %, 30.46% de grasa, minerales 19.06%, fibra 19.59% y humedad 98.29%.

Análisis parasitológico

En el muestreo realizado a 20 caracoles provenientes de todos los tratamientos se encontraron quistes de amibas de vida libre del género y especie *Endolimax nana* en el 70% de los caracoles.

Determinación de calidad bacteriológica de agua (Determinación de número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales)

En el análisis bacteriológico del agua utilizada para el cultivo de caracoles los resultados para coliformes totales son 90 NMP/100 ml y 17 NMP/100 ml para coliformes fecales.

Discusión

La alimentación con la ninfa acuática proporcionó a las unidades experimentales un aumento de peso aceptable comercialmente al estar de forma

permanente en cada uno de los tratamientos. La ganancia de peso de los caracoles estuvo influenciada por los nutrientes que adquirieron de la ninfa (17.77 % de proteína) y algas que ayudaron a ganar mayor cantidad de músculo o de vísceras, como lo menciona Puentes y Morales (2000). Los resultados de peso y tamaño obtenidos fueron similares a los obtenidos por Ozaeta (2002) en Guatemala quien suministró ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) *ad libitum* a los caracoles en estudio. El peso promedio que obtuvo fue 15.44 gramos y la longitud promedio fue 38.06 mm en cuatro meses. La ganancia de peso por día fue 0.04 gramos con 1.08 mg/litros de oxígeno en el agua. Lobo (1986) afirmó que la longitud desde el punto de vista comercial debe oscilar entre los 30 y 35 mm. En la investigación realizada por Iriarte Rodríguez *et al.* (2007), la longitud promedio de cosecha fue de 42.29 mm utilizando hojas de chaya en la alimentación de los caracoles por un periodo de dieciséis semanas.

El rendimiento de material comestible de los caracoles alojados en los recipientes plásticos superaron a los tanques de asbesto. Esto probablemente estuvo relacionado con la mayor disponibilidad de calcio que tuvieron los caracoles en los tanques de asbesto por la mayor mortalidad a los 93 días de edad y además por la cantidad de calcio ofrecida de manera conjunta a las cinco repeticiones en cada tanque, de manera que los caracoles aprovecharon más el calcio disponible para el crecimiento de la concha. Según Herrera y Sánchez Castaneda (1996), el carbonato de calcio (material orgánico) constituye el 33% del peso seco de la concha. En cuanto al rendimiento de material

comestible, el mayor valor correspondió al T4 con 59.81%, pero éste fue inferior a los rendimientos obtenidos por Iriarte Rodríguez *et al.* (2007), quien obtuvo porcentajes de rendimientos de material comestible de 77.42% para el tratamiento con alimento balanceado para tilapia, 70.63% con alimento balanceado para pollo y de 61.97% para la alimentación con hojas de chaya. En los tanques de asbesto la sobrevivencia fue inferior, y esto posiblemente se debió a la mayor dificultad de limpieza por ser más grandes y pesados en comparación con los recipientes plásticos, también por los cambios de temperatura a los 93 días, ya que la temperatura ambiental bajó 5.2°C con respecto a la del día anterior, debido a la intensidad y constancia de lluvias. La temperatura promedio del agua entre los tanques y los recipientes plásticos bajo 1.2°C con relación al día anterior. De los 107 días en adelante hubo mejoría en la sobrevivencia, esto pudo deberse a diferentes factores como el desarrollo del sistema inmunológico, ya que según Dikkeboom, *et al.* (1985), la madurez inmunológica de algunas especies de caracol, como *Lymnaea stagnalis*, puede contribuir a su mayor susceptibilidad a parásitos y bacterias. Por otro lado Iriarte Rodríguez *et al.* (2007), determinó que la mortalidad puede estar relacionada con factores ambientales (variables fisico-químicas), nutricionales (calidad y cantidad del alimento) y sobre todo aquellos inherentes al cultivo y al cultivador (manejo, tasa de cambio de agua y alimentación).



La relación entre el tamaño y el peso de los caracoles *P. flagellata* Say de la presente investigación coincidió con los resultados de García Ulloa (2006), quien realizó una investigación en México sobre el caracol *Pomacea patula*, en la que reportó un coeficiente de correlación de 0.94 ($r^2= 0.88$), y así demostró que existe una alta correlación entre la talla y peso de los caracoles estudiados.

En el presupuesto parcial, no hubo ganancia económica en ninguno de los tratamientos, debido a que la inversión de los tanques y recipientes plásticos es elevada y los ingresos que se obtuvieron en un ciclo productivo fueron relativamente bajos.

Con respecto a los parámetros físico-químicos, la temperatura promedio del agua fue baja en comparación con datos de Ozaeta (2002). Asimismo la iluminación fue deficiente para todos los tratamientos en los días de lluvias constantes. Los valores de oxígeno, pH y carbonato de calcio disuelto en el agua fueron convenientes para el cultivo de caracoles, ya que según Rojas (1988), citado por Ozaeta (2002), el nivel de oxígeno normal en el agua va de 1 a 4 mg/l.; el pH de 6 a 9; y la concentración de carbonato disuelto en el agua debe estar entre 80 y 130 mg/l, para una buena formación de la concha. La dureza total (mg CaCO₃/l) que se obtuvo fue mayor al compararla con Ozaeta (2002). Esto se debió a que el carbonato de calcio se acumuló, cada vez que se aplicaba, aunque se realizaban cambios de agua cada quince días, pero no se eliminaba por completo todo el sedimento de carbonato.

La proteína obtenida del material comestible fue 51.50% en base seca, la cual fue inferior al 60.20%

reportado por Villalta Martínez (1989), citado por Jiménez Pérez y Santamaría (2008). También Lobo Vargas (1986), reportó un valor alto en proteína (59.00%) y bajo en grasa (3.67%). Las diferencias podrían estar relacionadas con la fuente de alimento. Todos estos datos comprobaron consistentemente que el material comestible de *P. flagellata* Say es un alimento nutritivo y saludable por el alto contenido proteico y por el bajo contenido de grasa.

La proteína de la planta acuática en base seca fue inferior al 26 % reportado por Garcés *et al.* en 2006, pero fue superior al 14.80% obtenido por la FAO (sf).

Las amibas de vida libre (*E. nana*) no causan ninguna enfermedad conocida para el ser humano en condiciones normales según Estrada (S.f), pero en todo caso es mejor hervir el material comestible para garantizar la salud de las personas que consuman esta especie de caracol. Por otro lado, los valores obtenidos en el análisis bacteriológico del agua fueron menores con respecto a los tanques piscícolas, aunque sobrepasa los establecidos por las normas de CONACYT para agua potable, ya que los límites máximos permisibles para la calidad microbiológica: coliformes totales y coliformes fecales es de < 1.1 NMP/100 ml. (Norma Salvadoreña Obligatoria, 2009). Esto se relacionó con el contenido de las excretas de los caracoles en el agua utilizada.

Conclusiones

En el rendimiento de material comestible proveniente del muestreo, hubo diferencia significativa, donde fue superior el tratamiento de los recipientes plásticos con densidad de siembra

de un caracol por seis litros de agua.

El porcentaje de sobrevivencia de los caracoles demostró que a medida crecían, había menos mortalidad, y el mejor porcentaje de sobrevivencia se logró en el tratamiento de los recipientes plásticos con la densidad de siembra de un caracol por tres litros de agua.

Se obtuvieron pérdidas en todos los tratamientos, debido a las bajas densidades evaluadas, más los altos costos de inversión de los alojamientos y transporte, por lo que no fue rentable en un ciclo productivo de seis meses.

Al realizar el análisis parasitológico de los caracoles *Pomacea flagellata* Say se observaron quistes de amibas de vida libre (*Endolimax nana*) en un 70% de los caracoles.

Según el análisis bromatológico realizado a los caracoles se obtuvo un porcentaje de proteína de 51.50 % y 5.60 % de grasa en base seca, lo que demostró que es un alimento nutritivo y saludable por el alto contenido proteico y por el bajo contenido de grasa.

El peso y tamaño de los caracoles durante el crecimiento fue similar estadísticamente para todos los tratamientos.

Recomendaciones

Debido a las pérdidas económicas, se sugiere evaluar la densidad de siembra de un caracol por un litro de agua para obtener mayores pesos de material comestible de los caracoles.

Se sugiere el uso de la ninfa acuática *Eichornia crassipes* combinado con las dosis de carbonato de calcio para la alimentación de los caracoles de agua dulce.

Realizar otros trabajos de investigación con otras fuentes de alimentación para los caracoles y con otros tipos de alojamientos que resulten más económicos para obtener mayores tallas comerciales en un periodo de evaluación menor.

Que CENDEPESCA promueva el consumo de la carne de caracol hervida, por el alto contenido proteico y bajo contenido en grasa.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Consejo de investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES).

Bibliografía

Brito Manzano, N; Rivera López, V; Fragoso-Pérez, R; Cruz Lázaro, E; Estrada Botello, M. s.f. Efecto de la Densidad en la Sobrevivencia de Juveniles del Caracol “tote” *Pomacea flagellata* bajo Condiciones de Laboratorio en Tabasco, México. (en línea). Consultado 6 abril 2011. Disponible en: http://procs.gcfi.org/pdf/gcfi_59-42.pdf

CIMMYT.1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México DF., México CIMMYT. P. 9-20.

Dikkeboom, R; Van Der Knaap, WPW; Meuleman, EA; Sminia, T. 1985. A comparative study on the internal defence system of juvenile and adult *Lymnaea stagnalis*. Laboratory of Medical Parasitology and Department of Histology, Faculty of Medicine, Free University, Amsterdam, The Netherlands. (en línea). Consultado 2 mayo 2012. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1453627/pdf/immunology00192-0172.pdf>

Erivaj, E. 2006. *Pomacea flagellata* (en línea). Consultado 14 abril 2011. Disponible en: <http://atlas.drpez.org/Pomacea-flagellata>

Estrada, C. s.f. Portal medico (en línea). Consultado 12 junio 2012. Disponible en: <http://my.opera.com/Dr.%20Carlos%20Sican/blog/show.dml/1726784>

FAO s.f. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación.

(sf). (en línea). Consultado 27 febrero 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S09.htm>

Garcés, K; Gutierrez; Kholman, B; Yeomans, J; Botero, R. 2006. Caracterización del sistema de descontaminación productivo de aguas servidas en la finca pecuaria integrada de la universidad earth: i. las plantas acuáticas. (en línea). Consultado 10 mayo 2012. Disponible en: http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/29_v2.2-05_GarcesGutierrezI.pdf

García Ulloa, M. 2006. Efecto en la depuración en la biomasa del caracol *Pomacea patula* (Baker, 1922) usando el índice de condición. Colima, Mexico. (en línea). Consultado 12 mayo 2012. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/837/83710306.pdf>

Herrera, PE; Sánchez Castañeda, R. 1996. Crecimiento del caracol de agua dulce (*Pomacea* sp.) bajo diferentes niveles de Carbonato de Calcio en el agua. (en línea). Consultado 28 mayo 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52730918/Crecimiento-del-Caracol-de-agua-dulce-Pomacea-sp-bajo-diferentes-niveles-de-Carbonato-de-Calcio-en-el-agua>

International Center for Aquaculture and Aquatic Environments Auburn University. s.f. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. (en línea). Consultado 25 junio. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/aquacultureties/publications/spanish%20whap/gt4%20eliminar.pdf>



- Iriarte Rodríguez, FV; Mendoza Carranza, M. 2007. Validación del cultivo semi-intensivo de caracol Tote (*Pomacea flagellata*), en el trópico húmedo. Departamento de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos (DAMRA). Revista AquaTIC. N 27: 16-30. (en línea). Consultado 25 noviembre 2011. Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/27_03.pdf
- Jiménez Pérez, NF; Santamaría, JA. 2008. Ensayo evaluativo de tres tipos de alimento vegetal en la dieta alimenticia del caracol de agua dulce *Pomacea* spp. El Salvador SV, Universidad de El Salvador, Facultad de Biología. 9 p.
- Lobo Vargas, X.M. 1986. Estudio de algunos aspectos de la biología del molusco *Pomacea flagellata*. Tesis. Lic. Biología. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. CR. 54p.
- Norma Salvadoreña Obligatoria. 2009. Agua, agua potable. (Segunda actualización). (en línea). Consultado 16 febrero 2012. Disponible en: http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/NORMA_AGUA_POTABLE_2_a.pdf
- Ozaeta, MA. 2002. Evaluación del efecto de tres niveles de alimentación con incaparina, y ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) en el crecimiento y desarrollo del caracol (*Pomacea* sp.), en condiciones controladas. Tesis Ing. Guatemala, GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 68 p.
- Puentes, AR; Morales, PC. 2000. Manejo y cría de tres especies de caracol dulceacuícolas “churo” amazónico a nivel familiar (*Pomacea* spp. y *Ampularia* sp). Centro tecnológico de recursos amazónicos centro Fátima. Puyo pastaza, Ec. 18 p.
- Viladeval, P.I. 1983. El caracol. Cría y Producción. Barcelona España. AEDOS. p. 147



Estudiantes de la Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales de la Universidad de El Salvador.

Fotografía: Secretaría de Comunicaciones, Universidad de El Salvador.

Cuantificación de sesquiterpenlactonas procedentes de las hojas de *Calea urticifolia* (Asteraceae) durante el año 2012

Josué R. Villacorta

Laboratorio de Investigación en Productos Naturales,
Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

Rosa Miriam Rivas

Laboratorio Físicoquímico de Aguas,
Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

Marvin J. Núñez

Laboratorio de Investigación en Productos Naturales,
Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: marvin.nunez@ues.edu.sv

Juan Pablo Sánchez-Pérez

Laboratorio de Tecnología Farmacéutica,
Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

Morena L. Martínez

Laboratorio de Investigación en Productos Naturales,
Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo principal la cuantificación de sesquiterpenlactonas presentes en los extractos cloro fórmicos secos de hojas de *Calea urticifolia* “Juanislama”, recolectadas bimensualmente durante el año 2012. Los metabolitos secundarios se extrajeron por medio del método Soxhlet usando cloroformo como solvente; se llevó a cabo la identificación de los metabolitos secundarios por cromatografía en capa fina con reactivo de Baljet y espectroscopía UV utilizando marcadores analíticos. La cuantificación se realizó por espectroscopía visible usando Juanislamina como marcador analítico, encontrándose que el porcentaje de sesquiterpenlactonas totales expresadas como Juanislamina en el extracto clorofórmico seco vario entre 39.58-90.02%, observándose el periodo del 02-02 al 15-04, 18-07 al 31-07 y 30-08 al 17-09 como los mejores, destacándose la recolecta del 15-02 con 90.02%; con respecto al porcentaje de sesquiterpenlactonas totales en el material vegetal seco, este vario entre 2.84-8.06%, observándose los periodos del 15-03 al 15-04 y 30-08 al 17-09 como los mejores, destacándose la recolecta del 30-03 con 8.06%.

Palabras clave: Sesquiterpenlactonas, *Calea urticifolia*, Cuantificación, Asteraceae, Estandarización.

Abstract

Quantification of sesquiterpene lactones present in dried leaves of *Calea urticifolia* “Juanislama” was systematically carried out for the whole year 2012. Leaves samples were recollected bimonthly, and the sesquiterpene lactones were extracted utilizing the Soxhlet method with chloroform as solvent. The identification of the secondary metabolites was performed by thin-layer chromatography using the Baljet reagent and by UV/Vis spectroscopy utilizing chemical markers. The concentration of total sesquiterpene lactones, expressed as Juanislamine, found in the dried chloroform extract ranged from 39.58 to 90.02%. It was observed that the time periods from February 2 to April 15, from July 18 to July 31, and from August 30 to September 17 displayed the best yields, being the sampling on February 15 the one that led to the highest yield at an outstanding 90.02%. Regarding the percentage of total sesquiterpene lactones in the dried vegetal material, this ranged from 2.84% to 8.06% in the study. Likewise, the best time periods for such percentage fell from March 15 to April 15, and from August 30 to September 17, distinguishing the sample taken on March 30, which yielded a maximum of 8.06% of sesquiterpene lactones in the dried material.

Key words: Sesquiterpene lactones, *Calea urticifolia*, Quantification, Asteraceae, Standardization.



Introducción

En los últimos años la investigación y desarrollo de fármacos de origen vegetal ha cobrado una especial importancia por la exhortación hecha por la Organización Mundial de la Salud, en cuanto a que cada país utilice todos sus recursos en pro de la atención primaria en salud.¹ La medicina herbolaria tradicional de El Salvador, ha hecho aportes importantes en el uso de diferentes plantas medicinales que han servido a la población para el tratamiento de muchos padecimientos de salud. Entre las familias botánicas de interés medicinal se encuentra la Familia Asteraceae, la cual está conformada por un amplio número de géneros botánicos, así, dentro de esta Familia se destaca el género *Calea*, el cual comprende más de 120 especies aceptadas², la mayoría de los cuales crecen alrededor de las zonas tropicales y subtropicales de América y son principalmente arbustos que crecen en lugares abiertos.

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Neurolaeneae

Género: *Calea*

Especie: *Calea urticifolia* (Mill.) DC.

1 Organización Mundial de la Salud (OMS), Informe sobre la salud en el mundo 2008, La atención primaria en salud, Capítulo 2, Impulsar y mantener la cobertura universal, pág. 25-40, 2008.
2 Lixin, L., Ping L., Min Y., Lei Z. Dean G. Cytotoxic resibufogenin transformation products from cell suspension cultures of *Platycodon grandiflorum*. Lett. Org. Chem. 2004. Pág. 176-178.

Calea urticifolia, comúnmente conocido como “Juanislama”, es un arbusto erecto de 0.6-3.5 metros de altura, de hojas simples, opuestas, de borde serrado o crenado, de ovaladas a lanceoladas, pilosas, trinervadas, ásperas o escamosas en la haz, en general densamente pilosas en el envés; con tallos en general densamente pubescentes con tricomas patentes color café; flores amarillas reunidas en capítulos, dispuestas en inflorescencia umbeliformes, capítulos abiertos o amontonados; frutos en aquenio cilíndricos, de 1.5-3 cm de largo con vilano de escamas angostas (Fig. 1). Esta especie ha sido usada por la población para el tratamiento de úlceras gástricas, dolor de estómago, artritis, fiebre, cáncer, analgésico, diabetes entre otros.^{3,4,5}

Los metabolitos secundarios que destacan en *Calea urticifolia* son las sesquiterpenlactonas (STLs), marcadores quimiotaxonómicos de la familia Asteraceae.⁶ Las sesquiterpenlactonas son responsables de diferentes actividades biológicas entre las cuales destacan, la actividad citotóxica, antioxidante, antiviral, antimicrobiana, antifúngica, antiinflamatoria, analgésica etc.⁷ Las sesquiterpenlactonas son estructuras terpénicas que poseen 15 átomos de carbono, incluyendo una lactona α - β insaturada y sus concentraciones pueden variar entre el 0.01 y el 8% del peso seco, siendo las concentraciones mayores generalmente en las

hojas, aunque se encuentran distribuida en toda la planta. De *Calea urticifolia* se han aislado diferentes sesquiterpenlactonas, de las cuales destacan nueve de la serie del germacránolido, conocidas como: Juanislamina, 2,3-epoxijuanislamina, Caleina D, 2,3-epoxicaleina D, Calealactona A-C, 3-epoxi-Calealactona A y Arucanólido.^{8,9,10,11}

Como es conocido, las plantas han sido utilizadas históricamente en el tratamiento de varios padecimientos, lo que abrió la puerta a un gran número de investigaciones, las cuales, con las metodologías clásicas de productos naturales permitieron descubrir una gran variedad de metabolitos secundarios bioactivos.

Muchos pasaron a transformarse en fármacos,¹² convirtiendo así a los productos naturales en la fuente más abundante de moléculas potenciales para el desarrollo¹³ de fármacos. La evolución de las ciencias farmacéuticas ha dado origen a los fitofármacos, una nueva categoría medicinal en donde converge el conocimiento etnomédico y el conocimiento farmacológico moderno; por lo tanto, se ha pasado del uso de la planta como tal al uso de extractos estandarizados con un marcador.

8 Borges, J. del Castillo, M. T. Manresa, F. Rodríguez Luis and P. Vázquez Bueno NGL and SCA. Salvadorian Compositae. II. Juanislamin and 2,3-Epoxy-juanislamin, Two New Sesquiterpenic lactones from *Calea urticifolia*. J Nat Prod. 1981;44:348-350.

9 Borges del Castillo, J.; Manresa Ferrero, T. M.; Rodríguez Luis, F.; Vázquez Bueno, P.; Genovés Leonor, N.; Portillo de Rivas RM. Compuestas Salvadoreñas I. Caleina D y 2,3-epoxicaleina D, dos Germacránolidos de la *Calea urticifolia*. An Química. 1980;77:1980-1982

10 Yamada M, Matsuura N, Suzuki H, Kurosaka C, Hasegawa N, Ubukata M, Tanaka T, Iinuma M. Germacránolidos from *Calea urticifolia*. Phytochemistry. 2004;65(23):3107-3111.

11 Ohguchi K, Ito M, Yokoyama K, Iinuma M, Itoh T, Nozawa Y, Akao Y. Effects of sesquiterpene lactones on melanogenesis in mouse B16 melanoma cells. Biol Pharm Bull. 2009;32(2):308-310.

12 Dias DA, Urban S, Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery. Metabolites. 2012;2(2):303-336

13 Harvey AL. Natural products in drug discovery. Drug Discov Today. 2008;13:894-901.

3 Ortiz Segura M del C. Evaluación del extracto etanólico de *Calea urticifolia* (Mill.) DC. Sobre la regulación de la secreción de adipocinas asociadas a la resistencia a la insulina [Internet]. Universidad Autónoma de Luis Potosí; 2011.

4 Salguero, R.M.; Valencia, C.M.; Vásquez, M. E. Estudio etnobotánico de plantas medicinales en el municipio de Santo Tomás, Universidad de El Salvador, El Salvador, 1994.

5 González Ayala JC. Botánica medicinal popular. Segunda Ed. El Salvador, Centro América: CUSCATLANIA; 2002.

6 Chadwick M, Trewin H, Gawthrop F, Wagstaff C. Sesquiterpenoids Lactones: Benefits to Plants and People. Int. J. Mol. Sci. 2013; 14: 12780-12805.

7 Lock de Ugaz O. Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales. Segunda ed. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994.



Figura. 1. Arbusto de *Calea urticifolia* y detalles de sus hojas, tallo, flores y fruto.



El desarrollo de fitomedicamentos incluye la comprensión de algunos aspectos de la planta, tales como: aspectos biológicos, químicos, genéticos y agronómicos. La consistencia química en todas las etapas del proceso de fabricación es de mucha importancia para garantizar la eficacia medicinal y seguridad de los consumidores. Esto incluye todas las etapas, tales como: extracción, estabilidad, vida útil y la pureza de dichos medicamentos.¹⁴

Por lo tanto, si en un futuro se deseara realizar la fabricación de un fitofármaco a partir de *Calea urticifolia*, un dato importante a considerar, es conocer el periodo del año donde dicha especie produce mayor cantidad de sesquiterpenlactonas, lo cual es útil para optimizar los procesos de producción de dicho fitofármaco. Este se considera como el primer estudio que se ha llevado a cabo sobre la cuantificación de sesquiterpenlactonas en esta especie vegetal en El Salvador.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Calea urticifolia (Mill) DC, fue recolectada en el Campus Central de la Universidad de El Salvador en el enero de 2012 y fue identificada por Jenny Menjivar (vaucher J. Menjivar & M. Nuñez 3220), curadora del Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador, El Salvador.

Obtención del extracto clorofórmico seco

Para la cuantificación, las hojas fueron recolectadas bimensualmente durante todo el año de 2012, estas se secaron a 40°C en la claridad, luego se molieron obteniendo partículas con tamaño de 2.0 mm, la extracción se llevó a cabo por el método Soxhlet

hasta agotar la muestra utilizando cloroformo como solvente selectivo. El extracto clorofórmico se concentró en un evaporador rotatorio, obteniendo así los extractos clorofórmicos secos (ECS).

Fórmula 1.

$$\text{Porcentaje de rendimiento de extracto} = \frac{\text{Peso de extracto seco}}{\text{Peso de material vegetal seco}} \times 100$$

Identificación de sesquiterpenlactonas

Identificación de las sesquiterpenlactonas por Cromatografía de Capa Fina

Los extractos clorofórmicos secos (ECS) obtenidos, fueron desarrollados en una placa cromatográfica de capa fina (CCF), utilizando cromatoplasas de gel de sílice 20 x 10 cm de 0.25 mm de espesor, para lo cual se usó la fase móvil n-hexano-éter etílico (2:8). Las placas cromatográficas fueron reveladas con el reactivo Baljet. Las muestras fueron comparadas con tres marcadores (Juanislamina, Caleina D y 2,3-epoxicaleina), obtenidos previamente de *Calea urticifolia*; determinándose además el R_f de cada mancha anaranjada.¹⁵

Identificación de las sesquiterpenlactonas por espectroscopia ultravioleta

Se pesaron 10.0 mg de extracto clorofórmico seco de cada una de las muestras, se disolvieron en etanol absoluto y se aforaron a volumen en un frasco volumétrico de 100.0 mL., posteriormente se obtuvo el espectro UV en un espectrofotómetro Shimadzu UV-1800, haciendo un barrido de 190

a 400 nm. Los espectros de las muestras fueron comparados con los espectros de los marcadores analíticos.¹⁵

Cuantificación de sesquiterpenlactonas

Cuantificación de sesquiterpenlactonas totales mediante espectroscopia visible

La cuantificación de las sesquiterpenlactonas se llevó a cabo adaptando la metodología de la Farmacopea Italiana¹⁶, utilizando como marcador analítico la Juanislamina (sesquiterpenlactona mayoritaria que presenta el mayor número de grupos cromóforos en su estructura¹⁵).

Se determinó el porcentaje de sesquiterpenlactonas totales en el extracto clorofórmico seco (ECS) y en el material vegetal seco (MVS), expresado como Juanislamina.¹⁷

Se disolvió 10.0 mg de la muestra (ECS) en alcohol etílico absoluto y se aforó con el mismo solvente hasta 10.0 mL. A 5 mL. de cada solución se le agregaron 3.0 mL. de solución alcalina de picrato de sodio. Se dejó reposar por 30 minutos protegiéndose de la luz y luego se determinó la máxima absorbancia de cada solución a 495 nm. Se preparó una solución de referencia de igual manera, utilizando como marcador analítico la Juanislamina. Además, se utilizó como blanco una mezcla de 5.0 mL. de alcohol etílico absoluto y 3.0 mL. de solución alcalina de picrato de sodio preparada al mismo tiempo.

¹⁶ Farmacopea ufficiale della repubblica Italiana, Ottava edizione, Istituto Poligrafico de Ilo statu P.V. II Volume, 390-393, 1972.

¹⁷ EMEA (European Medicine Agency Inspection). Guideline on quality of herbal medicinal products/traditional herbal medicinal products, CPMP/QWP/2819/00 and EMEA/CVMP/814/00. Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP) Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP), 2007.

¹⁵ Nuñez, M.J.; Bazzocchi, L.L.; Martínez, M. L.; Rodríguez, M.L.; Torres, D.F.; Guzmán, J. A.; et al. Especies de la flora salvadoreña como fuente de nuevos agentes terapéuticos, A/030031/10 Proyecto de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica PCI/AECID, 2011.

¹⁴ Mukherjee PK. Evidence-Based Validation of Herbal Medicine. Primera Ed. USA: Elsevier; 2015.



El cálculo de la cantidad de miligramos de sesquiterpenlactonas presentes en las alícuotas de las muestras, se realizó utilizando la siguiente fórmula de la Ley de Beer:

Fórmula 2.

$$C_{mx} = \frac{(C_{marc}) (A_{mx})}{A_{marc}} \times FD$$

Dónde:

C_{mx} = Concentración de la muestra

C_{marc} = Concentración del marcador analítico

A_{marc} = Absorbancia del marcador analítico

A_{mx} = Absorbancia de la muestra

FD = Factor de dilución

El proceso de cuantificación antes descrito, se realizó por quintuplicado y se determinó la desviación estándar para comprobar su reproducibilidad.

En el diseño estadístico se analizaron los datos con la desviación típica estándar y sus respectivos intervalos de confianza al 95%, para obtener los resultados.

Porcentaje de sesquiterpenlactonas (STLs) totales expresadas como Juanislamina presentes en extracto clorofórmico seco (ECS)

Es el porcentaje que establece la cantidad en gramos de STLs presentes por cada cien gramos de ECS. Este se calculó utilizando la siguiente fórmula:

Fórmula 3.

$$\% \text{ de sesquiterpenlactonas totales expresadas como marcador en el extracto clorofórmico seco} = \frac{\text{peso de sesquiterpenlactonas en la mx expresadas como marcador}}{\text{peso de extracto clorofórmico seco}} \times 100$$

Porcentaje de sesquiterpenlactonas (STLs) totales expresadas como Juanislamina presentes en material vegetal seco (MVS)

Es el porcentaje que establece la cantidad en gramos de STLs presentes por cada cien gramos de MVS. El mismo fue calculado utilizando la siguiente fórmula:

Fórmula 4.

$$\% \text{ de sesquiterpenlactonas totales expresadas como marcador en el material vegetal seco} = \frac{\text{peso de sesquiterpenlactonas en la mx expresadas como marcador}}{\text{peso del material vegetal seco}} \times 100$$

Diseño estadístico

Los datos fueron analizados por medio de la desviación típica estándar y sus respectivos intervalos de confianza, adicionalmente se realizó un análisis de varianza por medio del programa STATGRAPHICS centurion XV versión 15.2.11. Lo cual fue de importancia para evidenciar diferencia significativa entre las concentraciones de sesquiterpenlactonas de las diferentes recolectas.

Resultados y Discusión

Recolección del material vegetal

A cada muestra de las hojas de *C. urticifolia* recolectadas bimensualmente durante todo el año 2012 se les asignaron códigos para su debida identificación. (Tabla 1).

Identificación de sesquiterpenlactonas

Identificación de las sesquiterpenlactonas por Cromatografía de Capa Fina

Se realizó la cromatografía de capa fina para identificar la presencia de sesquiterpenlactonas en cada una de las muestras recolectadas, utilizando la fase móvil, n-hexano-éter etílico (2:8).

Se identificó la presencia de sesquiterpenlactonas en las diferentes muestras recolectadas, debido a la formación de manchas color naranja similar al presentado por los marcadores analíticos, Juanislamina, Caleina D y 2,3-epoxicaleina D, utilizando como revelador el reactivo de Baljet. Se observaron de 1 a 3 manchas en las muestras eluidas, pudiendo ser productos puros, debido a que presentan R_f similares a los marcadores analíticos. Además, se observa un perfil cromatográfico similar en todas las muestras analizadas, lo que indica la formación de las sesquiterpenlactonas mayoritarias a lo largo de los 12 meses, posiblemente como un mecanismo de defensa de esta especie vegetal frente a herbívoros, microorganismo y en la competencia con otras especies vegetales.

Identificación de las sesquiterpenlactonas Espectroscopia Ultravioleta

Se obtuvieron los espectros UV (190-400 nm) de los extractos clorofórmicos secos de las muestras recolectadas durante un año y de los marcadores analíticos. En la Tabla 2, se pueden observar la longitud de onda y absorbancia máxima de algunas colectas y del marcador Juanislamina; en las Figuras 2-5 se presentan los espectros UV de la Juanislamina y a modo de ejemplo, diferentes muestras de algunas fechas de recolección.



El resto de las muestras analizadas tuvieron un perfil similar a los espectros presentados.

Identificación de sesquiterpenlactonas

Identificación de las sesquiterpenlactonas por Cromatografía de Capa Fina

Se realizó la cromatografía de capa fina para identificar la presencia de sesquiterpenlactonas en cada una de las muestras recolectadas, utilizando la fase móvil, n-hexano-éter etílico (2:8). Se identificó la presencia de sesquiterpenlactonas en las diferentes muestras recolectadas, debido a la formación de manchas color naranja similar al presentado por los marcadores analíticos, Juanislamina, Caleina D y 2,3-epoxicaleina D, utilizando como revelador el reactivo de Baljet.

Se observaron de 1 a 3 manchas en las muestras eluidas, pudiendo ser productos puros, debido a que presentan R_f similares a los marcadores analíticos. Además, se observa un perfil cromatográfico similar en todas las muestras analizadas, lo que indica la formación de las sesquiterpenlactonas mayoritarias a lo largo de los 12 meses, posiblemente como un mecanismo de defensa de esta especie vegetal frente a herbívoros, microorganismo y en la competencia con otras especies vegetales.¹⁸

Identificación de las sesquiterpenlactonas Espectroscopia Ultravioleta

Se obtuvieron los espectros UV (190-400 nm) de los extractos clorofórmicos secos de las muestras recolectadas durante un año y de los marcadores analíticos. En la Tabla 2, se pueden observar la longitud de onda y absorbancia máxima de

algunas colectas y del marcador Juanislamina; en las Figuras 2-5 se presentan los espectros UV de la Juanislamina y a modo de ejemplo, diferentes muestras de algunas fechas de recolección. El resto de las muestras analizadas tuvieron un perfil similar a los espectros presentados.

Nótese al observar los datos reflejados en la Tabla 2, valores muy similares a los presentados por los marcadores y especialmente a la Juanislamina cuyo máximo de absorbancia se reportó a 268.5 nm. Lo anterior demuestra la presencia de sesquiterpenlactonas en los ECS.

Porcentaje de sesquiterpenlactonas (STLs) totales expresadas como Juanislamina presentes en extracto clorofórmico seco (ECS)

Se determinaron los porcentajes de sesquiterpenlactonas totales expresados como el marcador mayoritario (Juanislamina) en el ECS empleando la Formula 3, los resultados se muestran graficados en la Figura 6.

En la Figura 6, se puede observar los porcentajes de sesquiterpenlactonas totales expresadas como Juanislamina en todas las muestras recolectadas, relacionadas al peso de extracto clorofórmico seco durante el año 2012, en donde el porcentaje varió entre 39.58-90.02%, observándose el periodo del 02-02 al 15-04, 18-07 al 31-07 y 30-08 al 17-09 como los mejores, destacándose la recolecta del 15-02 (15 de febrero; 90.02%) que fue la muestra con nivel más alto de sesquiterpenlactonas.

Tabla 1. Fechas y códigos de muestras asignadas a las recolectas realizadas de *Calea urticifolia*.

| Fecha de recolección | Código de muestra | Fecha de recolección | Código de muestra |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| 17 de enero | 17-01 | 18 de julio | 18-07 |
| 2 de febrero | 02-02 | 31 de julio | 31-07 |
| 15 de febrero | 15-02 | 14 de agosto | 14-08 |
| 1 de marzo | 01-03 | 30 de agosto | 30-08 |
| 15 de marzo | 15-03 | 17 de septiembre | 17-09 |
| 30 de marzo | 30-03 | 01 de octubre | 01-10 |
| 15 de abril | 15-04 | 15 de octubre | 15-10 |
| 2 de mayo | 02-05 | 31 de octubre | 31-10 |
| 15 de mayo | 15-05 | 19 de noviembre | 19-11 |
| 1 de junio | 01-06 | 30 de noviembre | 30-11 |
| 15 de junio | 15-06 | 14 de diciembre | 14-12 |
| 2 de julio | 02-07 | 30 de diciembre | 30-12 |

Tabla 2. Absorbancia y longitud de onda máxima de algunas recolectas y del marcador Juanislamina.

| Muestras | Absorbancia máxima | Longitud de onda máxima (nm) |
|--------------|--------------------|------------------------------|
| 17-01 | 0.700 | 270.5 |
| 30-03 | 0.560 | 269.5 |
| 15-04 | 0.656 | 270.0 |
| 15-05 | 0.643 | 269.5 |
| 01-06 | 0.495 | 270.0 |
| 31-07 | 0.389 | 269.1 |
| 14-08 | 0.631 | 269.6 |
| 17-09 | 0.485 | 269.1 |
| 01-10 | 0.659 | 268.7 |
| 19-11 | 0.413 | 270.1 |
| 30-12 | 0.494 | 269.2 |
| Juanislamina | 0.700 | 268.5 |

¹⁸ Ramirez M. Aldana, Saillard Nils, Yang Ting, Franssen Maurice C.R, Bouwmeester Harro J, Jongma A. Maarten, Biosynthesis of Sesquiterpene Lactones in Pyrethrum (*Tanacetum cinnabarinifolium*). PLoS One. 2013; 8(5):1-13.

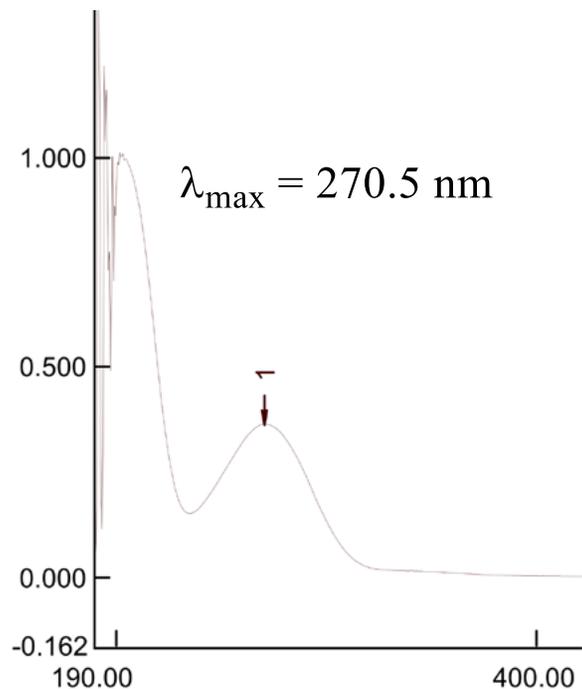


Figura 2. Espectro de la Caleína D.

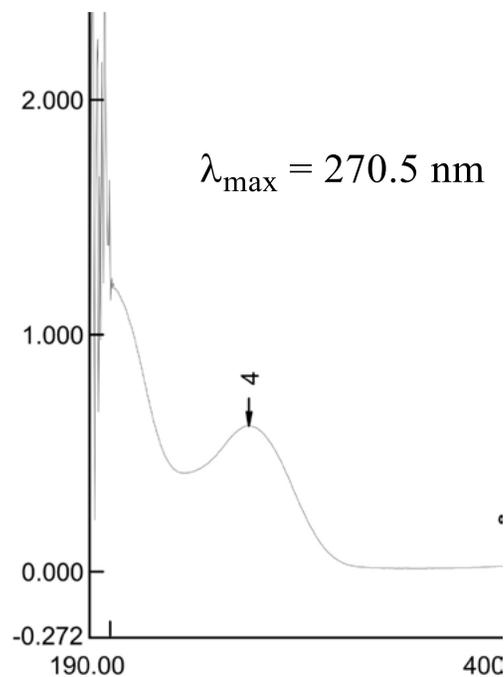


Figura 3. Espectro de la colecta 17-01.

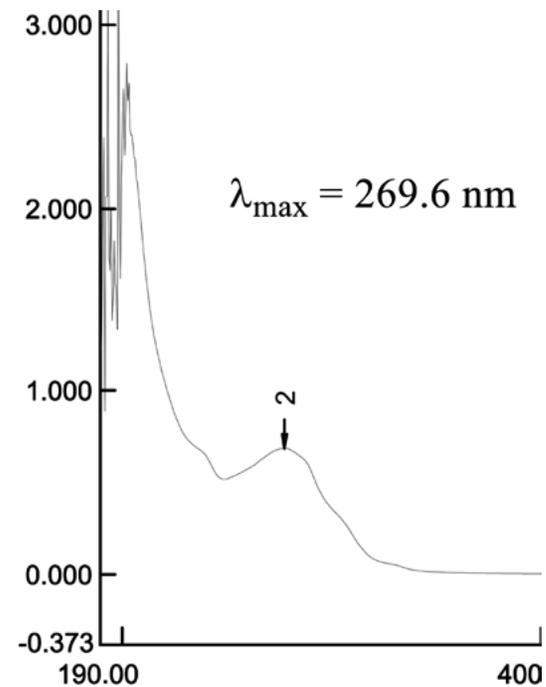


Figura 4. Espectro de la recolecta 14-08.

También se calculó el promedio de todos los porcentajes obteniéndose un valor de 65.71% de STLs totales expresadas como Juanislamina presente en el ECS durante todo el año 2012. El contenido de sesquiterpenlactonas totales en el ECS es de mucha importancia ya que indica el contenido de marcador activo en el extracto que puede ser usado posteriormente para la formulación y elaboración de un fitofármaco.

Porcentaje de sesquiterpenlactonas (STLs) totales presentes en material vegetal seco (MVS)

Se determinaron los porcentajes de sesquiterpenlactonas totales expresados como el marcador mayoritario (Juanislamina) en el MVS empleando la fórmula 4, la representación de estos se muestra en la Figura 7.

El porcentaje de sesquiterpenlactonas totales expresadas como Juanislamina en el material

vegetal seco varió entre 2.84-8.06%, observándose los periodos del 15-03 al 15-04 y 30-08 al 17-09 como los mejores, destacándose la recolecta del 30 de marzo; 8.06%, seguida por la muestra del 15 de marzo; 6.74%.

La muestra con menor porcentaje en todo el 2012 fue la del 1 de junio; 2.84%. Estos datos son de suma importancia si el fin es la formulación de fitofármacos a través del material vegetal seco

molido, ya que se debe elegir la mejor época del año para realizar las recolectas vegetales.

Análisis estadístico

Es importante destacar que de forma general se observa que tanto la desviación estándar e intervalo de confianza al 95%, no sobrepasaron la unidad, por lo que podemos afirmar que los promedios son bastante precisos y existe poca dispersión entre las repeticiones de una misma muestra.

En cuanto al análisis de varianza, mostró un valor $P=0.0000$, lo que indica que, sí existe diferencia significativa en una forma general entre los porcentajes de las muestras. La prueba de suposición de la normalidad, presentó una recta al graficar los porcentajes contra residuos, justificando así el análisis de las varianzas. Los residuos mostraron independencia, ya que la gráfica de residuos contra el tiempo muestra dispersión uniforme en ambos extremos. Y finalmente, el test de rangos múltiples para los porcentajes usando el método LSD, demostró los porcentajes que tienen más diferencia significativa entre las distintas muestras, permitiendo reforzar lo concluido anteriormente sobre los mejores porcentajes obtenidos de sesquiterpenolactonas totales en extracto clorofórmico seco y en material vegetal seco.

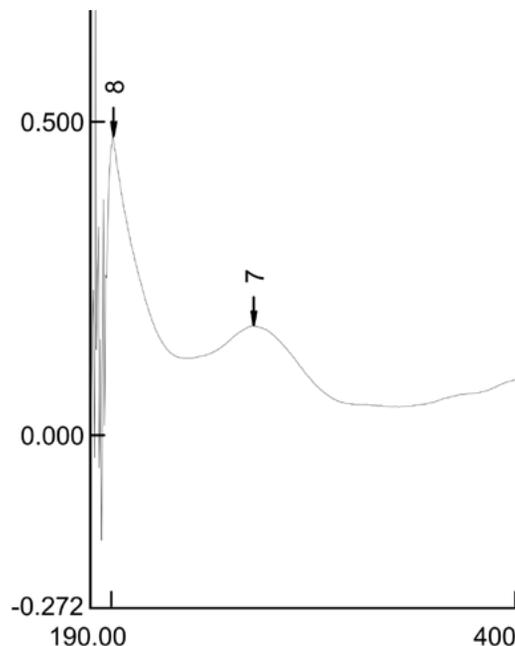


Figura 5. Espectro de la recolecta 30-12

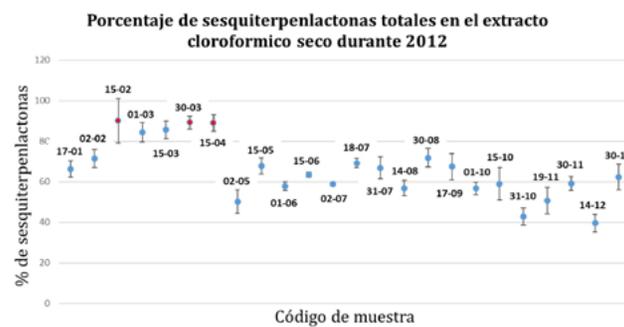


Figura 6. Gráfica del porcentaje de sesquiterpenolactonas totales expresadas como Juanislamina en el extracto clorofórmico seco de cada muestra recolectada durante el año 2012.

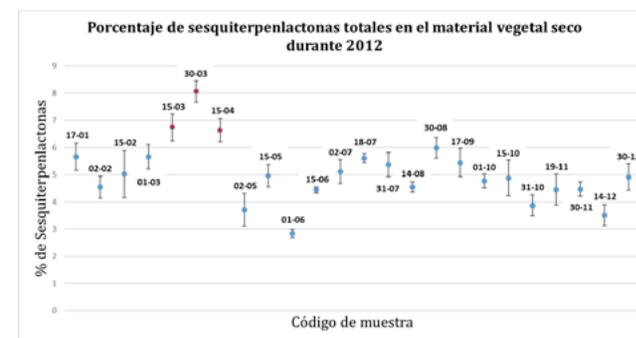


Figura 7. Gráfica de la cantidad de sesquiterpenolactonas totales expresadas como Juanislamina en el material vegetal seco de cada muestra recolectada durante el año 2012.

Conclusiones

Al llevar a cabo la identificación de las sesquiterpenolactonas por espectroscopía UV en las muestras, se observó un máximo de absorbancia entre 268-278 nm debido a la presencia de dobles enlaces conjugados y lactonas α - β insaturadas en las estructuras moleculares, lo que coincide con lo observado en los marcadores analíticos. En cuanto al proceso de cuantificación se encontró que el porcentaje de sesquiterpenolactonas totales en el extracto clorofórmico seco, varío entre 39.58% y 90.02%, observándose el periodo del 02 de febrero al 15 de abril; 18 de Julio al 31 de Julio y 30 de agosto al 17 de septiembre como los mejores, destacándose la recolecta del 15 de febrero con 90.02%. Con respecto al porcentaje de sesquiterpenolactonas totales en el material vegetal seco, este varío entre 2.84% y 8.06% observándose los periodos del 15 de marzo al 15 de abril y 30 de agosto al 17 de septiembre como los mejores, destacándose la recolecta del 30 de marzo como la mejor. Los porcentajes de sesquiterpenolactonas



en el extracto clorofórmico seco (ECS), como en material vegetal seco (MVS) en los diferentes periodos del año son importantes si nuestro fin es la formulación de fitofármacos, ya sea a través de un extracto estandarizado o con el material vegetal seco molido. Las variaciones en los porcentajes pueden estar influenciado por la estación climática en la cual se hizo la recolecta; por lo que se aprecia, en la época seca se obtienen recolectas con mayor contenido de sesquiterpenlactonas, en cambio, en la época húmeda se observan recolectas con menor contenido de sesquiterpenlactonas. La producción de sesquiterpenlactonas constituye un mecanismo de defensa de esta especie vegetal frente a herbívoros, microorganismo y en la competencia con otras especies vegetales, las variaciones pueden verse influenciadas también por factores como la edad de la planta, floración, estación climática y temperatura.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud (OMS), Informe sobre la salud en el mundo 2008, La atención primaria en salud, Capítulo 2, Impulsar y mantener la cobertura universal, pág. 25-40, 2008.
2. Lixin, L., Ping L., Min Ye., Lei Zhong., Dean Guo. Cytotoxic resibufogenin transformation products from cell suspension cultures of *Platycodon grandiflorum*. Lett. Org. Chem. 2004. Pág. 176-178.
3. Ortiz Segura María del Carmen. Evaluación del extracto etanólico de *Calea urticifolia* (Mill.) DC. sobre la regulación de la secreción de adipocinas asociadas a la resistencia a la insulina. Universidad Autónoma de Luis Potosí; 2011.
4. Salguero, R.M.; Valencia, C.M.; Vásquez, M. E. Estudio etnobotánico de plantas medicinales en el municipio de Santo Tomás, Universidad de El Salvador, El Salvador, 1994.
5. González Ayala JC. Botánica medicinal popular. Segunda Ed. El Salvador, Centro América: CUSCATLANIA; 2002.
6. Chadwick M, Trewin H, Gawthrop F, Wagstaff C. Sesquiterpenoids Lactones: benefits to plants and people. Int. J. Mol. Sci. 2013; 14: 12780-12805.
7. Lock de Ugaz O. Investigación fitoquímica, Métodos en el estudio de productos naturales. Segunda ed. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994. 53-63 p.
8. Borges, J. del Castillo, M. T. Manresa, F. Rodríguez Luis and P. Vázquez Bueno NGL and SCA. Salvadorian Compositae. II. Juanislamin and 2,3-Epoxy-juanislamin, two new sesquiterpenic lactones from *Calea urticifolia*. J Nat Prod. 1981;44: 348–350.
9. Borges del Castillo, J.; Manresa Ferrero, T. M.; Rodríguez Luis, F.; Vázquez Bueno, P.; Genovés Leonor, N.; Portillo de Rivas RM. Compuestas Salvadoreñas I. caleina D y 2,3- epoxicaleina D, dos Germacranólidos de la *Calea urticifolia*. An Química. 1980;77:1980–1982.
10. Yamada M, Matsuura N, Suzuki H, Kurosaka C, Hasegawa N, Ubukata M, Tanaka T, Inuma M. Germacranolides from *Calea urticifolia*. Phytochemistry. 2004;65(23):3107–3111.
11. Ohguchi K, Ito M, Yokoyama K, Inuma M, Itoh T, Nozawa Y, Akao Y. Effects of sesquiterpene lactones on melanogenesis in mouse B16 melanoma cells. Biol Pharm Bull. 2009;32(2):308–310.
12. Dias DA, Urban S, Roessner U. A historical overview of natural products in drug discovery. *Metabolites*. 2012;2(2):303–336.
13. Harvey AL. Natural products in drug discovery. Drug Discov Today. 2008;13 (October):894–901.
14. Mukherjee PK. Evidence-Based Validation of Herbal Medicine. Primera Ed. USA: Elsevier; 2015.
15. Núñez, M.J.; Bazzocchi, I. L.; Martínez, M. L.; Rodríguez, M.L.; Torres, D.F.; Guzmán, J. A.; et al. Especies de la flora salvadoreña como fuente de nuevos agentes terapéuticos, A/030031/10 Proyecto de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica PCI/AECID, 2011.
16. Farmacopea ufficile della repubblica Italiana, Ottava edizione, Instituto Poligrafico de Ilo statu P.V. II Volume, 390-393, 1972.
17. EMEA (European Medicine Agency Inspection). Guideline on quality of herbal medicinal products/ traditional herbal medicinal products, CPMP/ QWP/2819/00 and EMEA/CVMP/814/00. Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP) Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP), 2007.
18. Ramirez M. Aldana, Saillard Nils, Yang Ting, Franssen Maurice C.R, Bouwmeester Harro J, Jongsma A. Maarten, Biosynthesis of Sesquiterpene Lactones in *Pyrethrum* (*Tanacetum cinerariifolium*). PLoS One. 2013; 8(5):1–13.

En Texistepeque, Santa Ana, El Salvador, cada Lunes Santo se celebra la tradición de los Talcigüines, que es un reflejo de sincretismo. En ella se representa las tentaciones que Jesús recibiera en el desierto. En la imagen una proyección folclórica de los Talcigüines realizada por el Ballet Folclórico de El Salvador, temporada de Tashtule.

Fotografía: Yesica Guardado, El Salvador



Etnozoología en México: Una revisión al estado del conocimiento

Ethnozoology in Mexico: Review in the status of knowledge

Gutiérrez-Santillán, Tania Vianney

Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.
Correo electrónico: tvgutierrez_santillan@yahoo.com.mx

Arellano-Méndez, Leonardo Uriel

Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Mora-Olivo, Arturo

Instituto de Ecología Aplicada. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Resumen

La etnozología estudia las interacciones humanos-animales. Inicialmente su enfoque era una simple documentación sobre los animales que los indígenas en determinada región conocían y utilizaban. Actualmente la creciente construcción de su marco teórico-conceptual ha permitido desarrollar investigaciones multidisciplinarias que incluyen aspectos de orden perceptual, cognitivo, de aprovechamiento y conservación. Su estudio en México es relevante, remonta a las documentaciones realizadas durante la conquista, si aplicamos el concepto simple y utilitarista, pero la primera publicación con tintes etnozoológicos aparece en 1791 con Alzate y Ramírez, sin embargo, fue hasta 1889 que se publica el primer texto formal sobre el conocimiento y uso de las conchas y moluscos. Su desarrollo histórico puede seguirse en tres fuentes que recopilan el estado del conocimiento, incluyendo aspectos conceptuales y de origen, su desarrollo y las contribuciones publicadas de finales de 1800 a principios del siglo XXI.

Palabras clave: etnozología, fauna silvestre, grupos indígenas.

Abstract

Ethnozoology studies the interactions between humans and animals. Initially their approach was a simple documentation of indigenous animals in a region known and used, currently growing building their theoretical and conceptual framework has allowed the development of multidisciplinary research including aspects of cognitive, perceptual, order of use, development and conservation. Their study is relevant in Mexico, back to the documentation made during the conquest if we apply the simple and utilitarian concept, but the first publication to appear in 1791 ethnozoological dyes with Alzate and Ramirez, but was until 1889 that the first formal text is published on the knowledge and use of the shells and molluscs. Its historical development can be followed in three sources that compile the state of knowledge, including conceptual aspects and origin, its development and contributions published in late 1800 to early twenty-first century.

Key words: ethnozoology, wildlife, indigenous groups.



Marco conceptual y origen de la Etnozoología

En los orígenes de las etnociencias se consideraba que la etnobotánica y la etnozoología eran una simple documentación sobre el uso y aprovechamiento de plantas y animales por las culturas primitivas (Argueta *et al.*, 2012a). Con el desarrollo de la etnobiología se ha visto que la relación humanos-naturaleza es un proceso complejo en el que intervienen muchos factores como: percepción, conocimiento, usos específicos, formas de manejo tradicional, entre otros aspectos. Herrera y Butanda (1999) argumentan que el origen de estas disciplinas en México se da con dos grandes obras que se remontan al siglo XVI. Por un lado desde la perspectiva etnobotánica con el Códice De la Cruz Badiano (1552) el cual documenta información relacionada principalmente con la medicina tradicional, registrando una diversidad de plantas y animales, las formas de adquisición, preparación y administración; empleados en el México prehispánico para la cura de enfermedades tanto fisiológicas como de afiliación cultural.

Y la segunda obra más relevante es la “Historia General de las Cosas de la Nueva España” mejor conocido como Códice Florentino, escrito por Fray Bernardino de Sahagún (1999). Basta hacer una revisión de dicha obra para darse cuenta de la cantidad y calidad de la información, y entre ésta, la de carácter etnobiológico, que representa el patrimonio biocultural prehispánico de la zona central del país principalmente. En dicha obra abunda la información etnozoológica de invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos; así como animales fantásticos. Sahagún documentó el origen de mitos y creencias, usos

económicos y gastronómicos, así como formas de aprovechamiento; principalmente de los mexicas en relación a los recursos faunístico, de los cuales algunos en la actualidad siguen vigentes. En general se tienen identificadas 108 especies de fauna, siendo utilizadas principales como alimento, parte del diseño o parte de vestimentas y orígenes de mitos (Harte-Balzo 2006).

Otra obra importante que forma parte del origen de la investigación etnobotánica y etnozoológica en el país, es la primera expedición científica en América “Historia Natural de Nueva España”, a cargo del protomédico Francisco Hernández. Quien recorrió parte del territorio mexicano entre 1571 y 1577, documentando de manera sistematizada plantas, animales y minerales útiles a la corona Española y con ello los saberes locales y colectivos. Su acervo es de aproximadamente 3000 plantas y 500 animales, sus descripciones son detalladas con las características morfológicas de los ejemplares que colectaba, y en muchos de los casos acompañándolas de ilustraciones.

Fue hasta 1889 que se tiene registrado del primer trabajo propiamente etnozoológico, que fue sobre el uso de conchas y moluscos, naciendo con ello la etnomalacología (*In: Argueta et al.* 2012). En general hablando del desarrollo de las etnociencias le sigue el surgimiento de la etnobotánica (Harsberger 1896), de la etnozoología (Henderson y Harrington 1914) y la etnobiología en 1936 con Castteter y Opler, quienes la describen a esta última, como los conocimientos y utilización del entorno natural.

El término etnozoología fue acuñado por primera vez por Mason (1899) quien la describió como “la zoología de la región tal y como es contada por el salvaje”. Henderson y Harrington (1914) en su libro *Ethnozoology of the Tewa indians*, la conceptualizan como “el conocimiento indígena sobre la naturaleza”. Hunn (2011) reestructura el concepto de dicha disciplina dejándolo claro, sencillo y aplicable a cualquier tipo de subdisciplina etnozoológica entendiéndose como “el estudio del conocimiento local de la fauna y las relaciones culturales entre comunidades humanas y otros animales de su ambiente”. La definición de etnozoología se ha ido moldeando y adaptando según las necesidades y crecimiento, pasando de una etnozoología meramente etnográfica en sus inicios a investigaciones etnozoológicas más sofisticadas, donde los estudios lingüísticos cobran importancia, así como las formas de concepción y aprovechamiento que consideran un enfoque conservacionista (Hunn, 2007). La etnozoología se fortalece al integrar dos puntos, el conocimiento y la práctica y prestando atención a factores emocionales, simbólicos, de clasificación, uso y manejo (Santos-Fita *et al.* 2009).

Adicionalmente a los trabajos que marcan el origen de la etnozoología documentados por Argueta *et al.* (2012a), tenemos el trabajo de Alzate y Ramírez en 1791, titulado “Utilidad de los Camaleones de Nueva España”, que fue publicado en la Gaceta de Literatura de México, al cual podemos considerar como uno de los primeros trabajos con un aspecto etnoherpetológico. Posteriormente hasta 1934 se tiene registro en los Anales del Instituto de Biología de un trabajo etnoentomológico titulado



“Los gusanitos de maguey *Aegiale (Acentrocneme hesperiaris)*”, que describe la biología del insecto y la forma como era aprovechado por los indígenas (Ancona 1934).

Entre 1936 y 1941 Rafael Martín del Campo hace una serie de publicaciones que denota su interés por la etnozoología, pero sobre todo por las representaciones de la fauna silvestre en los códices mexicanos, por lo tanto podemos considerar a Martín del Campo como uno de los primeros etnozoólogos mexicanos; sin embargo, sus contribuciones fueron más de tipo etnohistórico. En 1936 hace una documentación de la fauna en parte del Valle de México (Actopan, Hidalgo) incluyendo datos de las descripciones de las especies, sus nombres tradicionales y algunos usos. En 1937 describe a “los batracios y los reptiles según los códices y los relatos de los antiguos mexicanos”. En 1938 publica su primer ensayo sobre la interpretación del libro undécimo del Códice Florentino, mismos que continua en 1940 con las aves y en 1941 con los mamíferos; todos estos publicados en los Anales del Instituto de Biología.

Por otra parte, en 1951 Barajas Casso-López publica el libro titulado “Los animales usados en la medicina popular mexicana”, lo que puede traducirse como el primer documento de medicina tradicional que incluye a la fauna silvestre. Por otra parte de los trabajos etnozoológicos trascendentales, por desarrollar un marco teórico y metodológico enfocado a determinar las especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, moluscos y crustáceos; conocidas y utilizadas por los comcaac (seris) y los cora fueron los publicados por Malkin (1956, 1958, 1962).

Fase inicial: la documentación entre 1860-1960

Esta revisión se llevó a cabo, sobre el documento original reeditado por Argueta, Corona-M. y Moreno-Fuentes (2012b). Para Brand (1962) la etnozoología era el “estudio de las interrelaciones entre el hombre y el mundo animal, incluyendo los factores psicológicos así como materiales”. El autor comienza haciendo una semblanza etnohistórica sobre las fuentes que hablan de los animales en Mesoamérica, nombrando las investigaciones clásicas de Fray Bernardino de Sahagún, las Cartas de Hernán Cortes, los escritos de López de Gómara, Las Casas, Cervantes de Salazar, Francisco Hernandez, Francisco Ximénez; entre otros. En general clasifica los trabajos en seis áreas temáticas (Tabla 1), cabe hacer mención que algunos de los escritos considerados por el autor no son meramente etnozoológicos, pero cuentan con alguna información al respecto.

En total son 44 manuscritos para esta fase y seis áreas temáticas (Fig. 1), tenemos por ejemplo que para el área temática de fauna las documentaciones más antiguas son: la Comisión Científica Francesa (1860), La Biología Centrali Americana (1879-1915) y La Comisión Exploradora Mexicana (1911-1913). Mientras que en nomenclatura es la recopilación hecha por Nicolás León (1889) de los nombres de animales en tarasco y castellano y el Léxico de la Fauna Yucateca (Pacheco Cruz, 1919). Uno de los trabajos relevantes en el área de animales en la arqueología es el de Seler (2004) quien hace una excelente recopilación del papel de la fauna en los códices, las especies a las que representan y su connotación simbólica y cultural. Otros ejemplos son las descripciones de elementos

totémicos entre los lacandones (Tozzer y Glover 1910), así como la naturaleza del mundo antiguo que dominan el folklore mexicano (Boas 1912) esté último en la temática de los animales en cuentos mesoamericanos.

Brand (1962) sugiere que existen especies a las cuales no se les ha prestado atención, ejemplo el caso de patos y chachalacas como animales domesticados, así como la necesidad de estudiar a los animales que se usan como mascotas, como los venados, coatíes, loros y aves cantoras. Enfatiza que “es obvio que los animales jugaron un papel importantísimo en el medio ambiente, en la economía y el pensamiento de los Mesoamericanos”.

Fase intermedia: un siglo de etnozoología

Argueta *et al.* (2012a) abordan su investigación a partir de tres esquemas principales: a) contribuir a clarificar el origen y desarrollo conceptual de la disciplina, b) hacer un recuento y caracterizar los estudios realizados a lo largo del siglo XX y c) plantear la situación actual y algunas perspectivas de la disciplina. La construcción de su investigación parte de la recopilación de un total de 285 trabajos para 24 pueblos indígenas, en 20 entidades federativas del país. Analizan el estatus de la etnozoología en un lapso de 100 años, porque se consideran desde los trabajos clásicos históricos hasta principios de siglo XXI, pero su aportación es la documentación entre los años 1962-2001.

Argueta (1997) había establecido nueve áreas temáticas en las que se clasificaban los estudios etnozoológicos, mismas que se mantienen para esta fase de documentación (Fig. 1). En el manuscrito original se describen los trabajos que aportan

información etnozoológica a cada subdisciplina. A continuación se enlistan y describen de manera somera las propuestas de las áreas temáticas para el desarrollo futuro de la etnozoolología mexicana; se recomienda ir a la fuente original para la obtención de mayor información (Tabla 1).

1. Los temas tradicionales: utilización, anatomía, categorías, clasificaciones y ciclos de vida. Comprende la organización y estructuración de las clasificaciones tradicionales, así como el universo clasificatorio local.

2. La diacronía y las multidiversidades. Caracteriza y ubica las tres dimensiones de las relaciones entre los humanos y la fauna. La primera es de carácter temporal, la segunda es geográfica y la tercera cultural.

3. Las relaciones de apropiación, las relaciones simbólicas y la transmisión de los saberes. Abarca temas sobre la psicología animal y la identificación simbólica de la especie humana con especies animales, la distribución y variación del conocimiento en una población local, así como una forma de capital social o cultural.

4. Significación biocultural y patrimonialidad. Condiciones de megabiodiversidad, de pluriculturalidad-multilingüismo y de megavariedades domesticado-cultivadas.

5. Patrimonialización inmaterial o intangible (temas y tendencias actuales sobre el conocimiento y recursos tradicionales), difusión, devolución, interculturalidad y redes para el diálogo de saberes. Se han realizado trabajos de difusión que atienden al diálogo con los pueblos originarios. Metodologías participativas para favorecer la

conservación in situ del conocimiento tradicional. Así como, la perspectiva del diálogo de saberes la cual considera “que el diálogo de saberes se opone tanto a la explotación de los recursos naturales, la apropiación y privatización de los conocimientos y a la biopiratería, así como a la subordinación, a la imposición, a la asimetría y a los monólogos del poder” (Argueta, 2011).

6. Reorganización territorial y nuevos modelos de interrelación para el desarrollo local y regional. Los estudios etnozoológicos como herramientas de educación intercultural, la defensa del derecho de

los pueblos a sus territorios y recursos naturales, la revitalización de lenguas e identidades indígenas. Proponen que a partir de los conocimientos reseñados es posible trabajar para diseñar propuestas de uso sostenido de la fauna, promover modelos de utilización y manejo faunístico.

Por primera vez se enlistan los grupos étnicos con los que se ha trabajado y documentado la información etnozoológica, incluyendo a: nahuas, mayas, p'urhépecha, huaves, tzotziles, totonacos, amuzgos, lacandones, tepehuianos, mazahuas, chinantecos, tzetzales, tlahuicas, triquis, otomíes,

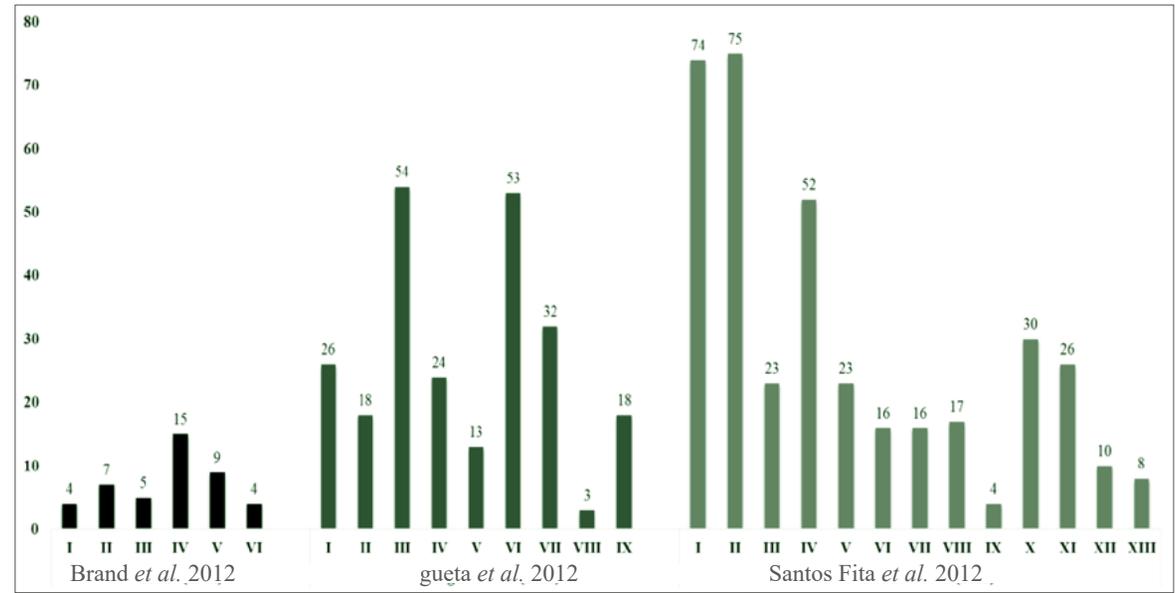


Figura 1. Áreas temáticas por fase (inicial, intermedia, contemporánea) y su crecimiento en la producción de trabajos.



popolucas, chontales, tarahumaras, huicholes, seris, mixtecos, tlapanecos y cuicatecos. Mientras que los estados son: Distrito Federal, Oaxaca, Chiapas, Estado de México, Michoacán, Hidalgo, Quintana Roo, Guerrero, Veracruz, Puebla, Sonora, Jalisco, Colima, Tlaxcala, Sinaloa, Baja California Sur, Tabasco y Campeche (Fig. 2a). Los autores concluyen que dentro de la etnozoología hay mucho trabajo por hacer, que los principales enfoques pueden ser la educación intercultural, la defensa de los derechos de los pueblos a sus territorios y recursos naturales, así como la revitalización de lenguas e identidades indígenas.

Fase contemporánea: La producción etnozoológica entre 2000-2011

La etnozoología del siglo XXI avanza en un proceso teórico-conceptual, con la finalidad de proporcionar las bases para estudiar cualquier tipo de interrelación que se establezca entre los humanos y los animales. Busca principalmente documentar y explicar cómo es que los seres humanos conciben, clasifican, representan, utilizan y manejan los recursos animales desde un enfoque cognitivo-simbólico y utilitarista (Berlin 1992, Hunn 1982, Santos-Fita *et al.* 2009). En esta construcción disciplinaria Santos-Fita *et al.* (2012) continúan con la recopilación de los trabajos que se han realizado en México y contribuyen con la documentación del conocimiento de la etnozoología para un periodo de diez años entre 2000 y 2011, incorporando los estudios de carácter etnohistórico y arqueozoológico.

Con dicha contribución, buscaron mantener el seguimiento sobre la producción etnozoológica, analizar avances logrados y con ello trazar las líneas futuras de investigación.

Los trabajos revisados por los autores se atendieron bajo tres criterios: a) la temática de los estudios etnozoológicos, b) el grupo humano (prehistoria, pueblos mesoamericanos, grupo indígena o no-indígena) y c) la entidad federativa o ubicación geográfica-temporal donde se realizó el estudio. Sus áreas temáticas de investigación se retoman de las propuestas por Argueta *et al.* (2012a), pasando de nueve a trece (Fig. 1, Tabla 1). En total se revisaron 374 trabajos, para los autores esto es altamente relevante, pues supera el número que se ha reportado para todo un siglo (Argueta *et al.*, 2012a) en tan solo un periodo de 10 años. En total se tienen contemplados a 25 grupos étnicos (trabajos aplicados a un solo grupo étnico) pero hay trabajos que fueron llevados a cabo para dos o más grupos étnicos y 26 estados de la república de México (Fig. 2b).

Cabe hacer mención que dicho incremento analizado cronológicamente coincide con la realización de los Congresos Nacionales de Etnobiología, organizados por la Asociación Etnobiológica Mexicana (AEM, A.C.) y otros dirigidos por otras instituciones académicas. Eventos en los cuales se está impulsando el trabajo de expertos en el área, pero sobre todo de estudiantes, tan solo en esta fase los trabajos documentados bajo este estatus (como resumen de congreso) representa el 46.5% del total de las publicaciones. Lamentablemente estos trabajos se quedan registrados de manera somera y pasan a formar parte del bagaje de literatura sin

factor de impacto (memorias de congreso); y no está completándose el siguiente paso, que es llevar a la publicación de artículos con factor de impacto, con indexación o divulgación; así como capítulos de libros o notas científicas.

Respecto a las tres principales áreas temáticas en las que se incluye mayor cantidad de trabajos son: cacería, cosecha, alimentación y comercialización (n=75), le siguen los que abordan aspectos de etnozoología general (n=74) y cosmovisión, universo simbólico, relaciones psicológicas y arte animal (n=52). Mientras que la temática con menor número de aportaciones es literatura animal (leyendas, fábulas, cuentos; n=4). Por otra parte los grupos étnicos mejor estudiados son nahuas (n=75), maya yucatecos (n=30), zapotecos (n=7), lacandones (n=6), tzotziles y chinantecos (n=5 respectivamente). En general se tienen trabajos realizados en la mayor porción del territorio mexicano, los cinco estados más sobresalientes con estudios etnozoológicos son: Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Hidalgo y Distrito Federal. Finalmente los autores concluyen que actualmente hay un perfeccionamiento basado en el desarrollo académico, aunado al interés de los propios pueblos indígenas por ser los protagonistas de sus propios estudios.

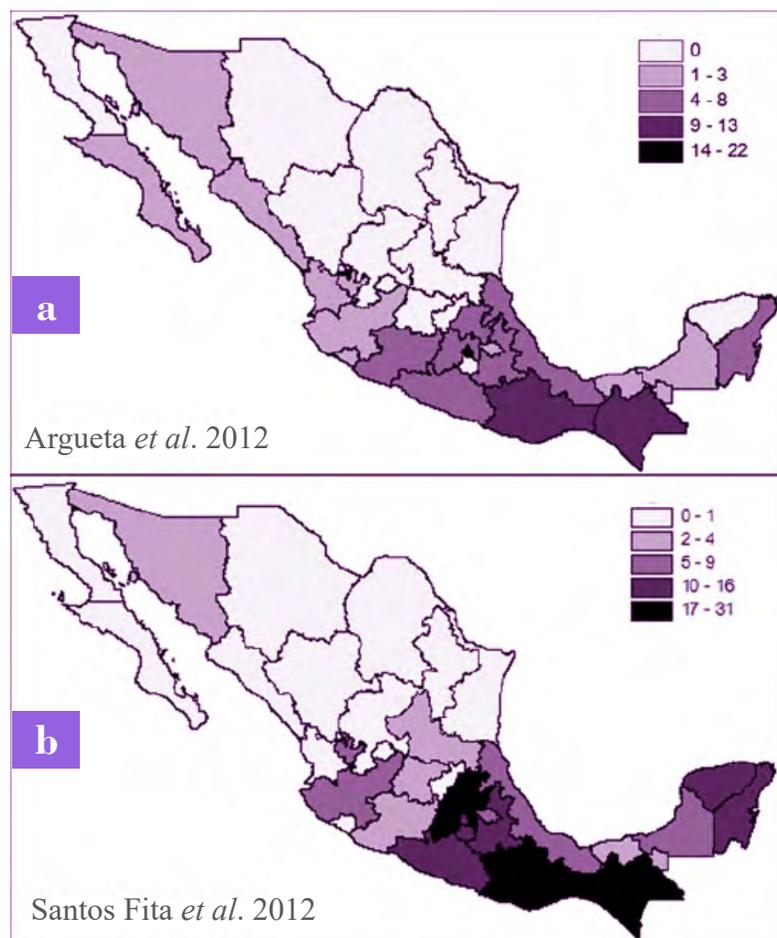


Figura 2. Distribución por entidad federativa de los trabajos publicados a) en la fase intermedia y b) fase contemporánea.

Tabla 1. Temáticas clasificatorias en los tres periodos del estado del arte de la Etnozoología en México.

| Brand (1962) | | |
|----------------------------------|---|-----------------------|
| Temática | Tipo de temática | Trabajos documentados |
| I | Cacería y alimentación | 4 |
| II | Domesticación y semidomesticación | 7 |
| III | Zoológicos y casa de fieras | 5 |
| IV | Utilización ornamental (plumas, conchas, tintes, etc.) | 15 |
| V | Aspectos naturales y sobrenaturales (mitología, religión, totemismo, tonalismo y nahualismo) | 9 |
| VI | Cuentos animales (leyendas, fábulas y cuentos) | 4 |
| Argueta <i>et al.</i> (2012) | | |
| I | Cacería, cosecha, alimentación y comercialización | 26 |
| II | Anatomía animal y comparada | 18 |
| III | Cosmovisión, universo simbólico, relaciones psicológicas y arte animal | 54 |
| IV | Significancia lingüística nomenclatura y taxonomía | 24 |
| V | Conocimiento ecológico y etológico | 13 |
| VI | Utilización ornamental (plumas, conchas, tintes, etc.), vestido, instrumento y construcción | 53 |
| VII | Mitología, religión, totemismo, tonalismo, nahualismo, (aspectos espirituales y sobrenaturales) | 32 |
| VIII | Cuentos animales (leyendas, fábulas, cuetos) | 3 |
| IX | Animales en la medicina tradicional | 18 |
| Santos-Fita <i>et al.</i> (2012) | | |
| I | Etnozoología general | 74 |
| II | Cacería, cosecha, alimentación y comercialización | 75 |
| III | Anatomía animal y comparada | 23 |
| IV | Cosmovisión, universo simbólico, relaciones psicológicas y arte animal | 52 |
| V | Significado lingüística, nomenclatura y taxonomía | 23 |
| VI | Conocimiento ecológico y etológico | 16 |
| VII | Utilización ornamental (plumas, conchas, tintes, etc.), vestido, instrumentos y construcción | 16 |
| VIII | Mitología, religión, totemismo, tonalismo, nahualismo (aspectos espirituales y sobrenaturales) | 17 |
| IX | Literatura animal (leyendas, fábulas, cuentos) | 4 |
| X | Animales y medicina tradicional | 30 |
| XI | Domesticación, manejo | 26 |
| XII | Desarrollo, conservación, educación | 10 |
| XIII | Aspectos teóricos y metodológicos | 8 |



Conclusiones

En los tres trabajos revisados que nos hablan del estado del conocimiento de la etnozootología en México, existe un crecimiento académico de la disciplina. Es posible observar como en el país se han incrementado el número de estados que cuentan con algún trabajo etnozootológico. Esto cobra mayor relevancia si analizamos que en la fase contemporánea, la producción etnozootológica corresponde a 10 años de investigaciones, mientras que en la fase intermedia se trata de más de 40 años. Principalmente el crecimiento de los estudios se da en la parte sur y sur-este de México, zonas en las que se distribuyen la mayor cantidad de grupos indígenas.

Por otra parte, coinciden en hacer una remembranza de la importancia de la documentación etnohistórica vasta y rica en las fuentes, que se generó en México durante la época de la conquista y la colonial. Dicha información contribuye a ampliar el horizonte sobre el origen de la etnobiología como tal y en caso específico de la etnozootología. Por tanto, podemos considerar a México como un país precursor de la investigación etnozootológica.

En la actualidad la nueva etnozootología avanza en un proceso de elaboración y fortalecimiento de su marco teórico, conceptual, metodológico y semántico; con la finalidad de proporcionar las bases para estudiar cualquier tipo de interacción entre los humanos y los animales. Por otra parte es evidente una corriente en la que se han desarrollado los trabajos etnozootológicos, hay temáticas bien definidas en las que se enmarcan las investigaciones, siendo más abundantes las

relacionadas con aspectos antropológicos o sociales, que a biológicos. Sin embargo, es evidente la gran cantidad de trabajo por hacer, a pesar de existir una producción relevante de textos en los últimos años, con un crecimiento sino exponencial, sí correlacionado con el tiempo, con la generación de nuevos investigadores en el área, y la aplicación de nuevos métodos y conceptos teóricos.

Se debe de considerar fundamental que para hacer crecer aún más la disciplina etnozootológica, es necesario seguir abarcando las áreas temáticas en las que se ha venido trabajando, pero más bien añadir investigaciones que incluyan aspectos biológicos, ecológicos, de conservación, restauración, manejo de fauna silvestre a distintas escalas espacio-temporal; siendo muy importante incluir interacciones e intereses económicos. Es necesario poner énfasis en proyectos que incluyan el manejo y la conservación de las especies animales, como gestoras de oportunidades económicas para las comunidades rurales (étnicas o mestizas). Por último, es preciso enfatizar la importancia biocultural, donde las especies animales pueden desempeñar perfectamente ese rol y constituir un nuevo modelo de conservación, manejo y aprovechamiento tanto biológico, ecológico, económico como cultural.



Bibliografía

- Alzate y Ramírez, J. A. (1791). Utilidad de los camaleones de Nueva España. *Gaceta Literaria de México*, T.2:159-162.
- Ancona, H. L. (1934). Los gusanitos de maguey *Aegiale* (*Acentrocne hesperiaris*) Kirby. *Anales del Instituto de Biología*, 5(3):193-200.
- Argueta, A. (1997). Epistemología e historia de las etnociencias. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Argueta, A. (2011). Introducción. En Argueta, A.; Corona-M., E. & Hersch, P. (Coords.). *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*. UNAM, INAH y UIA, México.
- Argueta, A.; Corona-M., E.; Alcántara-Salinas, G.; Santos-Fita, D.; Aldasoro-Maya, M.; Serrano, R.; Teutli, C. & M., Astorga-Domínguez. (2012a). Historia, situación actual y perspectivas de la etnozología en México. *Revista Etnobiología* 10(1): 18-40.
- Argueta, A.; Corona-M., E. y Moreno-Fuentes. (2012). Clásicos de etnobiología en México. *Etnobiología* (10) Suplemento.
- Barajas Casso-López, E. (1951). Los animales usados en la medicina popular mexicana. Impr. Universitaria. México. pp. 78.
- Berlin, B. (1992). *Ethnobiological classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies*. Princeton: Princeton University Press. pp. 364.
- Boas, F. (1912). Notes on Mexican folklore. *The Journal of American Folklore*, 25:204-260.
- Brand, D. (1962). The status of Ethnozoologic studies in Mesoamerica. *Actas y Memorias del XXXV Congreso Internacional de Americanistas* 3: 131-140.
- Castetter, E. F. & Opler, M. E. (1936). The Ethnobiology of the Chiricahua and Mescalero Apache. *University of New Mexico Bulletin, Biological Series* 4(5): 3-63.
- Cervantes de Salazar, F. (1560). *Crónica de la Nueva España*. Madrid.
- De la Cruz, M. y J. Badiano. 1552 (1964). *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*. Fondo de Cultura Económica-Instituto Mexicano del Seguro Social, México.
- Harsberger, J. W. 1896. The purpose of Ethnobotany. *American Antiquarian*, 17(2): 73-81.
- Harte-Balzo MA. (2006). Estudio de la relación entre los animales y los mexicas, según el relato de fray Bernardino de Sahagún: "Historia de las cosas de Nueva España." Tesis de Licenciatura. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Henderson, J. & Harrington, J. P. (1914). Ethnozoology of the Tewa Indians. *Bureau of American Ethnology Bulletin* 56: 1-76.
- Hernán Cortés (1866). *Cartas y relaciones de Hernán Cortés al emperador Carlos V*. París.
- Hernández, F. (1959). *Historia Natural de la Nueva España*. Vol. II. *Obras Completas de Francisco Hernández*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Herrera, T. y A. Butanda. 1999. La botánica en México. Contribuciones, estado actual y perspectivas. En: Arechiga, H. y C. Beyer (Coords.). *Las ciencias naturales en México*. Colección: Biblioteca mexicana, Serie Ciencia y tecnología. Fondo de Cultura Económica - CONACULTA, México.
- Hunn, E. (1982). The utilitarian factor in folk biological classification. *American Anthropologist* 84 (4): 830-847.
- Hunn, E. (2007). Ethnobiology in Four Phases. *Journal of Ethnobiology* 27(1): 1-10.7
- Hunn, E. (2011). Ethnozoology. En: N. Anderson, D., Pearsall, E., Hunn & N., Turner (Eds). *Ethnobiology*. (pp. 83-96) Wiley-Blackwell.
- López de Gomara, F. (1552-53). *La historia de las indias y conquista de México*, 2 Vols. Zaragoza.
- Las Casas, B. (1522-61). *Historia de las Indias* 5 Vols. Madrid.
- León, N. 1889. Nombres de animales en tarasco y castellano. *Anales del Museo Michoacano* 2:186-192.
- Mallin, B. (1956). Seri ethnozoology: a preliminary report. *Davison Journal of Anthropology*. 2 (1):73-83.
- Malkin, B. (1958). Cora Ethnozoology, herpetological knowledge. *Anthropological Quarterly*, 31 (3): 73-90.
- Malkin, B. (1962). Seri ethnozoology. *Occasional Papers of the Museum Idaho State College*, 7: 1-59.



- Mason, O. T. (1899). Aborigin American zootechny. *American Antropologist* 1(1): 45-81.
- Martín del Campo, R. (1936). Contribuciones al conocimiento de la fauna de Actopan, Hgo. IV Vertebrados observados en la época de las secas. *Anales del Instituto de Biología*. T. VII: 279-286.
- Martín del Campo, R. (1937). Los batracios y reptiles según los códigos y relatos de los antiguos mexicanos. *Anales del Instituto de Biología* T. VII. (4): 489-512.
- Martín del Campo, R. (1938). Ensayo de interpretación del Libro UNDÉCIMO de la Historia de Sahagún. I. Los Reptiles”. *Anales del Instituto de Biología*. T. IX. : 379-391.
- Martín del Campo, R. (1940). Ensayo de interpretación del Libro UNDÉCIMO de la Historia General de las Cosas de la Nueva España, de Fran Bernardino de Sahagún. II Las aves. *Anales del Instituto de Biología*. T. XI. (1): 385-408.
- Martín del Campo, R. (1941). Ensayo de interpretación del libro undécimo de la Historia de Las Cosas de Nueva España, de Fray Bemardino de Sahagún, III Los Mamíferos. *Anales del Instituto de Biología*. T. XII.(1): 489-506.
- Pacheco-Cruz, S. (1939). Léxico de la fauna yucateca, 2da. Ed., Mérida.
- Sahagún, B. (1999). Historia General de las Cosas de Nueva España. Décima edición. México: Editorial Porrúa.
- Santos-Fita, D., Costa-Neto, E. M. & Cano, E. (2009). El quehacer de la Etnozoología. En: Costa-Neto, E. M., Santos-Fita, D. y Vargas-Clavijo, M. (coords.). *Manual de Etnozoología: una guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales*. Ediciones Tundra, Valencia, España.
- Santos-Fita, D., Argueta, A., Astorga-Domínguez M. & Quiñonez-Martínez, M. (2012). La etnozología en México: la producción bibliográfica del siglo XXI (2000-2011). *Etnobiología* 10(1): 41-51.
- Seler, E. (2004). Las imágenes de los animales en los manuscritos mexicanos y mayas. Editorial Casa Juan Pablos, México, D.F.
- Tozzer, A.M. y Glover, M.A. (1910). Animal figures in the maya códigos. *Papers of the Peabody Museum of American and Ethnology*. Harvard University, Vol IV, No. 3, pp. 283-372.
- Ximénez, F. (1888). Cuatro libros de la naturaleza y virtudes medicinales de las plantas y animales de la Nueva España. México.

Theobroma cacao L. tipo pentágona ancestral
originario de El Salvador, C.A.

Últimos sitios de conservación *in situ* en Tenancingo,
departamento de Cuscatlán, El Salvador, C.A.

Fotografía: José Miguel Sermeño Chicas



Gusano cuerudo *Spodoptera ornithogalli* (Guenée 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) en cacao *Theobroma cacao* L. en El Salvador

Sermeño-Chicas, J. M.
Secretario de Investigaciones Científicas
de la Universidad de El Salvador y profesor de Entomología,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. .
Correo electrónico: jose.sermeno@ues.edu.sv

Rodríguez-Urrutia, E. A.
Director de la Estación Experimental
y profesor de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias
Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: earu_1663@yahoo.com.mx

Joyce, A.L.
Assistant Professor,
University of California, Merced, United States of America.
Correo electrónico: ajoyce2@ucmerced.edu

Parada-Berrios, F.A.
Jefe del Departamento de Fitotecnia
y profesor de Fruticultura, Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: fidel.parada@ues.edu.sv

Pérez, D.
Profesor de Cultivos Anuales, Departamento de Ciencias
Agronómicas, Facultad Multidisciplinaria Paracentral,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: dago.perez@ues.edu.sv

Quintanilla-Quintanilla, J.R.
Decano y Profesor de Cuencas Hidrográficas,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: juanquinta@yahoo.com



Resumen

Los insectos de la familia Noctuidae son frecuentemente encontrados en El Salvador. Se caracterizan porque los adultos son de hábitos nocturnos. Este escrito trata sobre el ciclo de vida, ecología y el reporte por primera vez de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) alimentándose del follaje de cacao *Theobroma cacao* L. a nivel de campo en El Salvador. Los insectos fueron criados en laboratorio y se presentan fotografías de los estados de huevo, larva, pre-pupa, pupa y adultos con su dimorfismo sexual.

Palabras clave: Insectos, Noctuidae, gusano, *Spodoptera, ornithogalli, cacao, Theobroma.*

Introducción

Según Fernández, *et al.* 2004, para implementar un programa de manejo integrado de cualquier insecto es necesario identificar correctamente el nombre científico y tener conocimiento de su biología, al igual que el desarrollo fenológico del hospedero, por ello es esencial que en éste se estudien aspectos como ciclo de vida y variación morfológica, porque la susceptibilidad a los plaguicidas o cualquier otra medida de control varía según el estado de desarrollo del insecto sobre el cual estas medidas se aplican. Vélez (1997), citado por Fernández, *et al.* 2004, menciona que las larvas son eruciformes, con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal o telson. Según Passoa (1991), las larvas de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée), se caracterizan por una

delgada línea blanca, ya sea sólida o compuesta de guiones, que pasa a través de los triángulos dorsales abdominales. A menudo, la línea es fácilmente visible, aunque a veces puede ser pálido y difícil de ver. En este último caso, la mayoría de los individuos de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée), pueden ser reconocidos por tener varias líneas blancas estrechas bajo la franja sub-dorsal.

Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *ornithogalli*

Nombres comunes: Gusano cuerudo, gusano soldado de franjas amarillas (Saunders, *et al.* 1998).

Distribución: Se encuentra en Estados Unidos, México, Centroamérica y El Caribe (Saunders, *et al.* 1998).

Descripción: El ciclo de vida desde huevo-adulto es de 48 días al alimentarlos con plantas de cacao *Theobroma cacao* L. en El Salvador.

Huevo: Recién puestos son de color blanco a crema y cambian a café cuando están próximos a la eclosión, con 45 a 58 minúsculas crestas. Los huevos son depositados en grupos (Adler, *et al.* 1991). Las masas de huevos son cubiertos con las escamas del cuerpo de la hembra adulta.

En El Salvador se observó que los huevos son depositados en grupos de 100 a 350 huevos en el envés de la hoja (Fig. 1). En otros países, las hembras depositan típicamente grupos de 200 a 500 huevos, por lo general en la parte inferior de las hojas de otras plantas hospederas. La duración del estado de huevo es de tres a cinco días a temperaturas cálidas (Capinera, 2014). En estudios realizados por Fernández, *et al.* 2004, señalan que los huevos son estriados con un diámetro aproximado de 0.76 a 0.86 milímetros y duran 2.88 días.

Larva: Para la identificación de estos insectos se utilizan claves taxonómicas (Caballero, *et al.* 1994; Passoa, 1991). La coloración de la larva varía desde el pardo gris con dos filas dorsales de manchas triangulares negras, pueden ser borrosas en el tórax y en el octavo segmento abdominal cortado por una línea blanca estrecha. Las larvas pasan por seis estadios de desarrollo (Fig.2). Las larvas de primeros estadios son de comportamiento gregario, pero a medida maduran se dispersan a través de hebras de seda que son impulsadas por la acción del viento. Normalmente hay seis estadios, aunque en algunos estudios se han reportado siete estadios. Ancho de la cápsula cefálica para los estadios larvarios del 1 a 6 de aproximadamente 0.28, 0.45, 0.8 a 1.0, 1.4 a 1.6, 2.0 a 2.2, y 2.8 a 3.0 milímetros, respectivamente. La larva crece a partir de aproximadamente 2.0 a 35 milímetros de longitud a lo largo del desarrollo. La coloración es variable, pero las larvas maduras tienden a tener una amplia banda dorsal pardusca, con una línea blanca tenue en el centro. Más pronunciada son las marcas triangulares negras a lo largo de cada lado, con una línea de color amarillo o blanco.

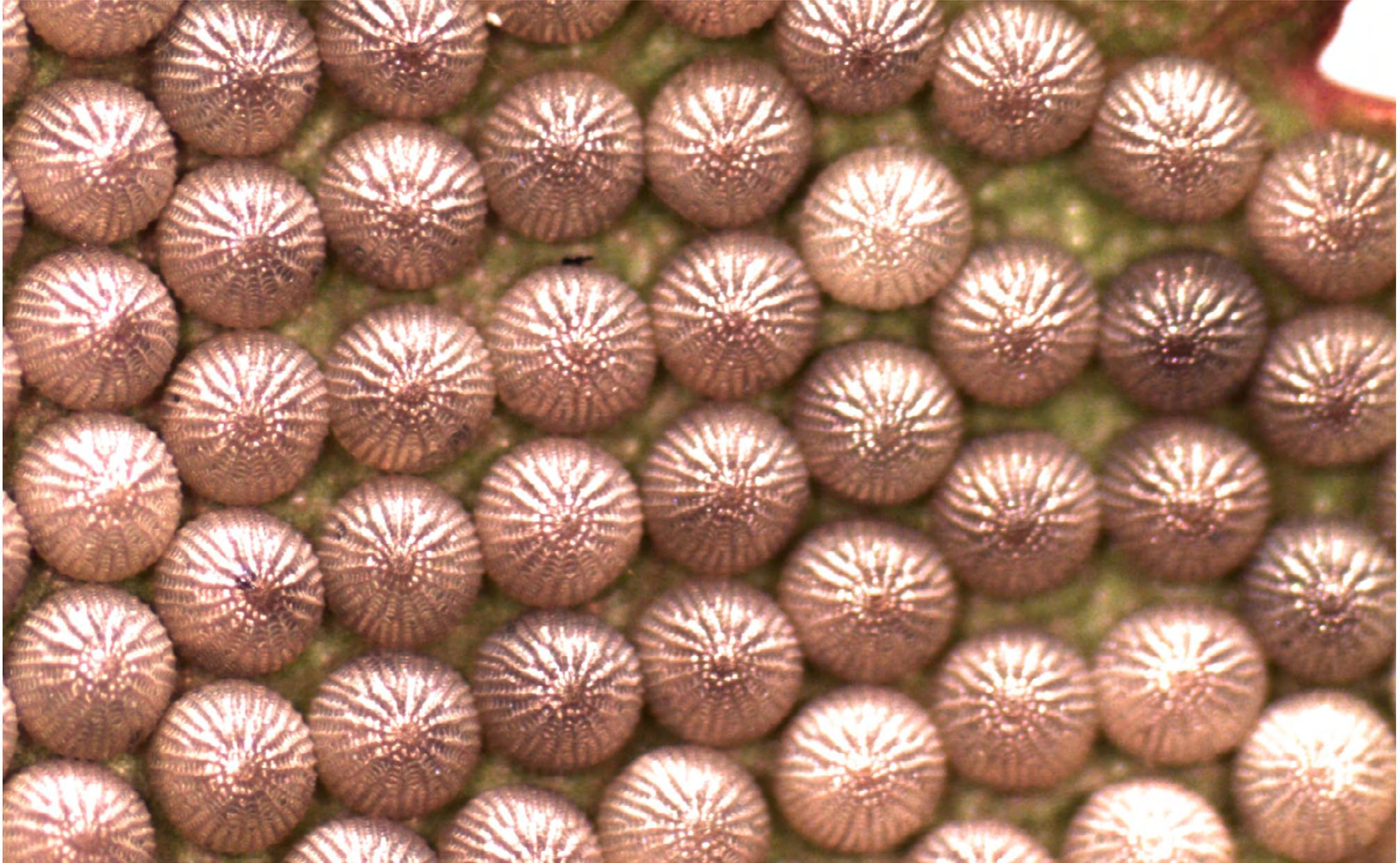


Figura 1. Masa de huevos de gusano cuerudo *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 2. Estadios de desarrollo de las larvas de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), criados en hoja de cacao *Theobroma cacao* L. en El Salvador. Fotografías: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 3. Estado de pre-pupa de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), criados en hoja de *Theobroma cacao* L. en El Salvador. Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.

Una línea oscura corre lateralmente a través de la zona de los espiráculos, y por debajo de esta una banda de color rosa o naranja. La duración de la etapa larval es de 14 a 20 días, con los tres primeros estadios que requieren alrededor de dos días cada uno y los tres últimos estadios que requieren alrededor de tres días cada uno (Capinera, 2014). En un estudio realizado por Fernández, *et al.* 2004, encontraron que durante esta fase el insecto pasa por seis estadios larvales y que conforme va avanzando en cada uno de ellos, se va incrementando el tamaño. Bajo condiciones de laboratorio con temperatura promedio de 28.99°C y humedad relativa promedio de 70.32%, se determinó un ciclo de vida promedio de 33.15 días \pm 0.60, distribuido así: huevo 2.88 días, primer estadio 2.16 \pm 0.38 días, segundo estadio 1.91 \pm 0.29 días, tercer estadio 1.94 \pm 0.28 días, cuarto estadio 2.38 \pm 0.60 días, quinto estadio 2.90 \pm 0.71 días y sexto estadio 3.30 \pm 1.00 días.

Pre-pupa: La pre-pupa (Fig. 3), tiene una duración de 3.07 \pm 0.46 días (Fernández, *et al.* 2004).

Pupa: Las larvas pupan en el suelo dentro de una celda que contiene una membrana delgada de seda. Presentan un color rojizo marrón y miden aproximadamente 18 milímetros de longitud (Fig. 4). La pupa tiene una duración de 12.61 \pm 1.72 días (Fernández, *et al.* 2004). Otros estudios reportan una duración del estado de pupa de 9 a 22 días, por lo general con un promedio de 12 a 18 días (Capinera, 2014), mientras Fernández *et al.* 2004, señala que la longitud promedio es de 19 milímetros y diámetro de 6 milímetros, además menciona que es de color marrón en los primeros días y próxima a emerger el color es más intenso, su extremo abdominal con cremaster evidente.



Figura 4. Estado de pupa de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), criados en hoja de cacao *Theobroma cacao* L. en El Salvador. Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.

Adulto: Las alas anteriores del macho son de color gris con manchas blancas y el abdomen adelgazándose hacia la parte terminal (Figs. 5 y 6) y la hembra de color gris pardo y el abdomen con la parte terminal redondeada (Figs. 7 y 8). Los adultos miden de 32 a 37 milímetros y existe dimorfismo sexual (Saunders, *et al.* 1998). Otros autores afirman que las hembras tienen una expansión alar de 39 milímetros aproximadamente y longitud de 19 milímetros; mientras que los machos presentan una expansión alar de 37 milímetros y una longitud de 16 milímetros (Fernández, *et al.* 2004). Mientras

que Capinera (2014), señala una envergadura alar entre 34 y 41 milímetros, además menciona que las alas anteriores son de color gris parduzco, con un patrón complicado de marcas claras y oscuras. Bandas blanquecinas irregulares que normalmente se producen en diagonal cerca del centro de las alas, con coloración blanca adicional distalmente cerca del margen. Fernández, *et al.* 2004 encontró que el adulto tiene hábitos nocturnos y su longevidad promedio de 11 días en los machos y 13 en las hembras, alimentados con dieta artificial. Las hembras presentan una coloración oscura variando

de color gris oscuro a pardo, con líneas y manchas distribuidas irregularmente y los machos son de color más claro, entre crema oscuro a claro, con dos franjas irregulares de color café hacia la parte basal y superior de las alas anteriores, tanto los machos como las hembras presentan las alas posteriores de color blanco con bordes flecados.

Enemigos naturales

Se reportan los siguientes controladores biológicos: *Trichogramma fasciatum* Perkins (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Saunders, *et al.* 1998); *Rogas lafhygmae* Viereck, *R. terminalis* (Cresson), *Zele mellea* (Cresson), *Chelonus insularis* Cresson y *Apanteles Griffini* Viereck; (todo Hymenoptera: Braconidae). También, *Euplectrus plathypenae* Howard (Hymenoptera: Eulophidae). Se han encontrado numerosas moscas parasitas como *Arquitas* spp., *Choeteprosopa hedemanni* Brauer y Bergenstamm, *Euphorocera omissa* (Reinhard), *E. tachinomoides* Townsend, *Lespesia aletiae* (Riley), *Lespesia archippivora* (Riley), *Omotoma fumiferanae* (Tothill), *Winthemia quadripustulata* (Fabricius) y *W. rufopicta* (Bigot) (todos Diptera: Tachinidae) (Capinera, 2014), virus de la polihedrosis nuclear (NPV) (Young, 1990).



Figura 5. Vista dorsal de un macho de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 6. Vista ventral de un macho de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Fotografía Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 7. Vista dorsal de una hembra de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.



Figura 8. Vista ventral de una hembra de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Fotografía: Sermeño-Chicas, J.M.

Agradecimientos

Esta publicación forma parte del proyecto de investigación científica titulado “Conservación de recursos fitogenéticos de café y cacao criollo en sistemas agroecológicos productivos de El Salvador frente al cambio climático”, el cual es financiado por USAID a través del Proyecto de Educación Superior para el Crecimiento Económico, con Acuerdo de Cooperación Número 0214405-G-2018-003-00 entre Research Triangle Institute (RTI), USA y la Universidad de El Salvador (UES).

Bibliografía

- Adler P.H., Willey M.B. & Bowen M.R. 1991. Temporal oviposition patterns of *Heliothis zea* and *Spodoptera ornithogalli*. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 58: 159-164.
- Caballero, R., Habeck, D.H. & Andrews, K.L. 1994. Clave ilustrada para larvas de Noctuidos de importancia económica de El Salvador, Honduras y Nicaragua. CEIBA, Honduras. Volume 35(2):225-237.
- Capinera, J. L. 2017. *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). University of Florida, Florida, Estados Unidos. Consultada el 05 de noviembre de 2017, disponible en línea: http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures/veg/leaf/yellowstriped_armyworm.htm#top
- Fernández L. S., Fernández C. R. & Mejía J. E. 2004. Ciclo de vida de *Spodoptera ornithogalli* (Guenée) en el cultivo del algodón en el Valle Medio del Sinú. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. *Temas Agrarios*. 1(9): 30-36.
- Passoa, S. 1991. Color identification of economically important *Spodoptera* larvae in Honduras (Lepidoptera: Noctuidae). *Insecta Mundi*, University of Nebraska – Lincoln. Center for Systematic Entomology, Gainesville, Florida. USDA/APHIS/PPQ. Vol. 5, No. 3-4: 185-195. Consultada el 10 de noviembre de 2017, disponible en línea: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1413&context=insectamundi>
- Saunders, J. L., Coto, D. T. & King, A. B. S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. CATIE. Manual Técnico No. 29. 2a Ed. Turrialba, Costa Rica. p. 54-55.
- Young SY. 1990. Effect of nuclear polyhedrosis virus infection in *Spodoptera ornithogalli* larvae on post larval stages and dissemination by adults. *Journal of Invertebrate Pathology* 55: 69-75. Consultada el 11 de noviembre de 2017, disponible en línea: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022201190900344>

Sistema de Información de la Producción Científica de la Universidad de El Salvador “SIPC-UES”

Vega Baires, S.

Departamento de Informática de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador, SIC-UES.
Correo electrónico: saul.vega@ues.edu.sv

El Sistema de Información de la Producción Científica de la Universidad de El Salvador SIPC-UES, está diseñado para inscribir y dar seguimiento a proyectos de investigación de la Universidad de El Salvador, UES, (Fig.1) que soliciten financiamiento a la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador, SIC-UES, así como registrar otros proyectos de investigación que se estén ejecutando en la UES.

Con este sistema el Investigador será capaz de llevar el control de la ejecución presupuestaria del proyecto aprobado, control de gastos detallado, inventario de equipos entregados y el seguimiento de las actividades propias de su proyecto de investigación, de las cuales será notificado automáticamente en las fechas que previamente ha registrado (Fig. 2).

Este sistema reúne los indicadores que servirán de insumo para la organización de la investigación científica de la UES, indicadores de investigadores e investigadoras por género y facultad (Fig.3), por área de conocimiento (Fig. 4), por monto solicitado a la SIC-UES y la Cooperación Internacional, así como las contrapartidas de las Facultades.

La dirección de acceso al SIPC-UES es <https://sipc.sic.ues.edu.sv> y se puede registrar utilizando las credenciales del correo electrónico institucional.



Figura 1. Ventana de acceso al SIPC-UES.



Figura 2. Menú de administración SIPC-UES.



Figura 3. Indicadores de investigadores e investigadoras por género y Facultad de la convocatoria 2017.

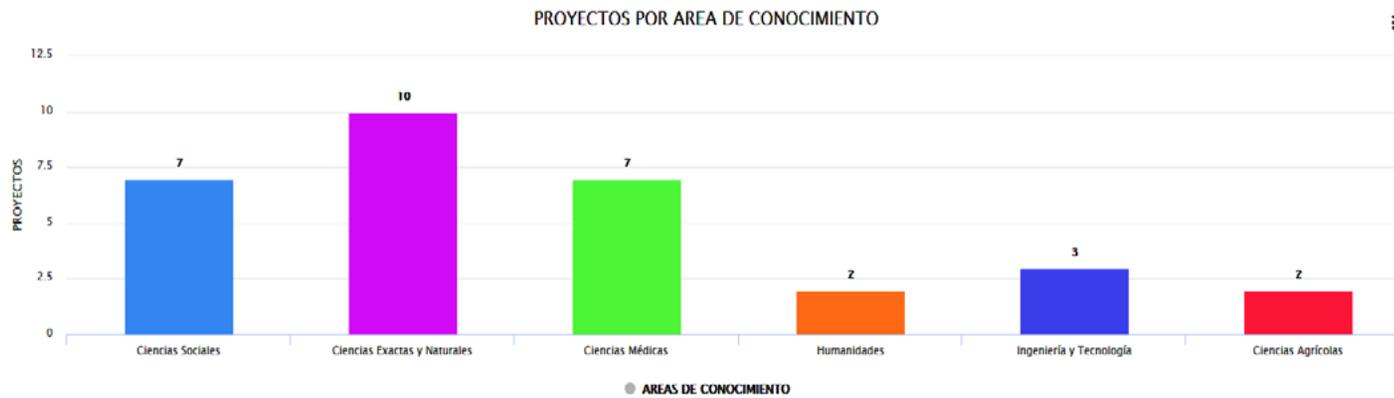


Figura 4. Indicadores de proyectos por área de conocimiento de la convocatoria 2017.

Estudiantes en la entrada de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador.

Fotografía: Secretaría de Comunicaciones,
Universidad de El Salvador.



Difusión de la Investigación Científica de la Universidad de El Salvador

Selvin Mauricio Montano Quintanilla

Editor Audiovisual, unidad de Enlace y Promoción de la Investigación de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (EPI-SIC)
Correo electrónico: selvin.montano@ues.edu.sv

Cristina Isabel Guzmán Cruz

Guionista, unidad de Enlace y Promoción de la Investigación de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (EPI-SIC)
Correo electrónico: cristina.guzman@ues.edu.sv

Juan Raúl Magarín

Guionista, unidad de Enlace y Promoción de la Investigación de la Secretaría de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (EPI-SIC)
Correo electrónico: juan.magarin@ues.edu.sv

En un país, donde las noticias más destacadas son los hechos de violencia y los múltiples problemas nacionales, es necesario que los salvadoreños conozcan también otro tipo de hechos: los aportes científicos del sector académico que contribuyen al desarrollo nacional.

Ante esta necesidad, la única institución pública de educación superior en el país, la Universidad de El Salvador (UES) desde el año 2008 cuenta con espacios permanentes dedicados a la divulgación de la ciencia.

La UES, a través de su Consejo de Investigaciones Científicas (CIC-UES) creó el área de Enlace y Promoción de la Investigación (EPI), como unidad de apoyo que permite dar a conocer el trabajo científico y tecnológico que realizan docentes y académicos del Alma Mater. El 06 de febrero de 2008, se transmitió el primer contenido, a través de canal 8 Ágape TV, un canal local de índole religioso que brinda el espacio de manera gratuita.

Actualmente, el área de Enlace y Promoción de la Investigación produce videos cortos y programa de televisión “La Investigación Científica de la UES” que se transmite seis veces a la semana en tres canales de cobertura nacional:



2 veces por semana
Martes 5:00 p.m. a 6:00 p.m.
Sábado 2:00 p.m. a 3:00 p.m. (Reprise)



3 veces por semana
Lunes 5:30 p.m.
Viernes 12:30 p.m. (Reprise)
Domingos 12:30 p.m. (Reprise)



1 vez por semana
Sábados 5:30 p.m.

A la fecha se cuenta con 136 programas científicos que abordan temas de investigación de las diferentes áreas del conocimiento. En el 2018 “La Investigación Científica de la UES” cumplirá 10 años de transmisión.

El programa de televisión recientemente (2017), ha sido citado en el libro titulado “Diagnóstico de la Divulgación de la ciencia en América Latina: Una mirada a la práctica en el campo” (Fig. 1). Las portadas de algunos de los vídeos aparecen en la pág. 61, además se menciona a la UES en la pág. 138 y en la pág. 142 del informe digital: <https://goo.gl/TtPqoR>

La difusión también se realiza por medio de las Redes Sociales, para ello se cuenta con la Fanpage Investigación Científica UES (Fig. 2), <https://www.facebook.com/investigacion.cientificaues/> con 6,084 seguidores, y con un canal en YouTube: “La Investigación Científica UES” <https://www.youtube.com/channel/>

UCqAn90MipfE5MAowdU8klpw donde están alojados 72 videos completos, de los cuales se tienen estadísticas que indican los más vistos (Cuadro 1).

Cada semana se sube un video diferente. A la fecha cuenta con 1,359 suscriptores.

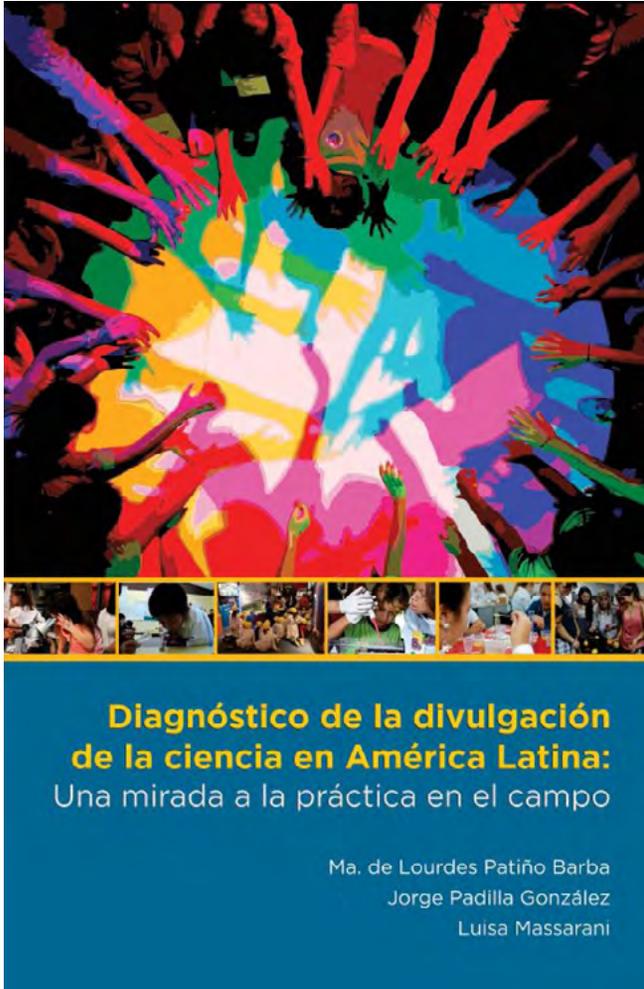


Figura 1. Portada de libro titulado “Diagnóstico de la Divulgación de la ciencia en América Latina: Una mirada a la práctica en el campo”.



Figura 2. Fanpage Investigación Científica UES, en la red social Facebook.

Cuadro 1. Videos más vistos en el canal de Youtube, año 2017.

| Nº | Título del video | Nº de vistas | Dependencia |
|----|---|--------------|--|
| 1 | Alimentación de vacas lecheras en El Salvador | 104,649 | Facultad de Ciencias Agronómicas |
| 2 | Radiación Ionizante | 21,242 | Facultad de Odontología |
| 3 | Memoria histórica del conflicto armado en El Salvador | 18,882 | Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales |
| 4 | Control de calidad en los laboratorios | 13,912 | CENSALUD |
| 5 | Caracterización de micorrizas en El Salvador | 12,058 | Facultad de Ciencias Naturales y Matemática |
| 6 | Identificación de toxinas en pescado seco | 11,304 | Facultad de Ciencias Naturales y Matemática |
| 7 | Alimentos contaminados, su incidencia en la salud (<i>Listeria monocytogenes</i>) | 9,914 | CENSALUD |
| 8 | Alimentos contaminados, identificación de <i>Escherichia coli</i> en carne molida | 7,026 | Facultad de Química y Farmacia |
| 9 | Evaluación de la toxicidad del extracto de Chichipince | 6,713 | Facultad de Química y Farmacia |
| 10 | Materiales superconductores de alta temperatura | 4,431 | Facultad de Ciencias Naturales y Matemática |





Normas Editoriales para publicar en Revista MINERVA

Los artículos deberán ser elaborados siguiendo el formato general para efectos de presentación de los artículos científicos, además de apoyarse en el instructivo para presentar informes de proyectos de investigación y artículos científicos, los cuales deberán ser entregados al Editor general de la revista Minerva de la Universidad de El Salvador.

Una vez que el Consejo Editorial de la Revista MINERVA, designado en lo sucesivo como CE-Minerva, de por recibidos los artículos científicos, estos deberán ser sometidos, a un proceso de evaluación de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a) Estilo, contenido y novedad científica.
- b) Presentación y lenguaje técnico en área específica.
- c) Se publicarán únicamente artículos inéditos.
- d) En toda correspondencia se designará únicamente al autor principal.
- e) Los autores deben aparecer en orden de importancia según su contribución al artículo científico que se publica.
- f) La versión final del artículo, deberá ser enviado a las oficinas de la SIC-UES en formato digital, es opcional presentar la versión impresa, notificando de este proceso al correo que se detalla a continuación: revista.minerva@ues.edu.sv.
- Preferentemente debe utilizar como medio de envío de sus trabajos el correo electrónico.
- g) El CE-Minerva someterá los artículos recibidos a proceso de revisión por pares Doble Ciego, nacionales e internacionales.
- h) El CE-Minerva se reserva el derecho de aprobar, rechazar o sugerir correcciones para publicar un artículo científico, apoyándose en el resultado del arbitraje de las evaluaciones externas.
- i) Una vez enviadas las correcciones sugeridas por los pares

evaluadores al autor principal, éstos tendrán que subsanar las observaciones y luego enviar el nuevo documento. Existe el derecho de refutación de observaciones, las cuales deben ser enviadas por escrito y sustentadas con bases científicas actualizadas.

j) Los artículos presentados por autores nacionales e internacionales, que no tengan relación directa con la Universidad de El Salvador, deben contar con el permiso de publicación por parte de la institución financiadora de la investigación, cuando esto aplica.

k) Los autores asumirán la responsabilidad ante posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos o de terceros que se publican en la Revista Minerva impresa y digital no contemplados en el presente reglamento.

Formato General para la presentación de Artículos Científicos.

Los artículos científicos deberán ser presentados en documento Word, formato digital.

El artículo tendrá un máximo de 20 páginas, incluyendo cuadros, figuras y la bibliografía.

Deberá aplicar la normativa actualizada de cada disciplina.

El texto deberá escribirse en una columna, con letra times normal número 12 a espacio sencillo. El margen izquierdo deberá ser de 3.0 cm. y el derecho, superior e inferior de 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho.

Redacción de cuadros y figuras.

Cuadros/tablas

Deben tener un título breve y claro de manera que indique sin dificultad que se está informando en él, debe ser lo más corto y sencillo posible.

Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas técnicas internacionales, de lo contrario deberán

ser acompañadas de una nota explicativa al pie del mismo. Cuadros/tablas no deben tener un tamaño mayor de tres cuartos de la página y demasiada información estadística que se tornan incomprensibles y confusos. Se sugiere usar dos números decimales. Cuadros/tablas deberán ser de alta trascendencia para el artículo científico, todos se tienen que citar en el texto. y se identificarán con números arábigos según el orden de aparición en el texto, los títulos deberán colocarse arriba de los Cuadros/tablas.

Figuras

Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e impresiones fotográficas. Los títulos deben ser concisos y explicativos y se colocan debajo de las figuras. Los mapas y dibujos deberán llevar una escala en el Sistema Internacional de Unidades. Las fotografías deben ser de buena calidad. Las figuras deberán ser de alta trascendencia para el artículo científico, y se identificará con números arábigos según el orden de aparición en el texto. Todas las figuras se tienen que citar en el texto.

Para información sobre los formatos de publicación visite el sitio: <http://minerva.sic.ues.edu.sv>

