

Volumen 8

Número 2

Diciembre 2017

Revista **Tlamati** Sabiduría



UAGro

Dirección General de
Posgrado e Investigación

<http://tlamati.uagro.mx>

ISSN: 2007-2066

Comité Editorial

Consejo Editorial

Dr. Javier Saldaña Almazán (Presidente)
Dra. Berenice Illades Aguiar (Secretaria)
Dr. Justiniano González González (Vocal)
M. C. José Luis Aparicio López (Vocal)
Dr. Crisólogo Dolores Flores (Vocal)
Dr. Oscar Talavera Mendoza

Editores responsables

Dr. Oscar Talavera Mendoza
Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez

Editores por áreas del conocimiento

Dr. Elías Hernández Castro
Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. José Legorreta Soberanis
Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. José Francisco Muñoz Valle
Universidad de Guadalajara

Dr. José María Sigarreta Almira
Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. Rodrigo Carramiñana
Southern Illinois University

Dra. Laura Sampedro Rosas
Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. Ricardo Sánchez García
Universidad Autónoma de Guerrero

Dra. Luisa Concepción Ballester
Southern Illinois University

Responsable de la Edición

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez

Coordinación Editorial

Lic. Isabel Rivero Cors

Corrección de estilo

M. C. Magdalena Martínez Durán

Auxiliares de Edición

Q.B.P. Juan Carlos Cruz Martínez
Lic. Tania Alejandra Reyes González



Fotografía de la portada: El Acróbata (2000). Obra pictórica de José Suarez.

Ciencias Agropecuarias

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Ciencias Exactas y Matemáticas

Ciencias Exactas y Matemáticas

Ciencias Ambientales y Desarrollo Regional

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Tlamati Sabiduría; Volumen 8, Número 2, Julio - Diciembre 2017 es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Guerrero, a través de la Dirección General de Posgrado e Investigación. Domicilio: Javier Méndez Aponte No. 1, Col. Servidor Agrario, C.P. 39070. Tel: (01 747) 471 93 10 ext. 3091. Chilpancingo, Guerrero, México.

Site de la revista: <http://tlamati.uagro.mx>

E-mail: tlamatisabiduria@uagro.mx

Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-040817000000-102. ISSN 2007-2066. Este número se publicó el 30 de Diciembre del 2017. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación para fines didácticos.



Comité Editorial de Revisores por Área de la Ciencia

BIOLOGÍA Y QUÍMICA

Dr. Eneas Alejandro Chavelas Adame

Dr. Oscar Del Moral Hernández

BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Francisco Palemón Alberto

Dr. Gerardo Huerta Beristáin

Dr. Jaime Olivares Pérez

Dr. Luis Miguel Camacho Díaz

CIENCIAS SOCIALES

Dr. Ángel Ascencio Romero

Dra. América Libertad Rodríguez Herrera

Dra. Columba Rodríguez Alviso

Dra. Cristina Barroso Calderón

Dra. Dulce María Quintero Romero

Dra. Margarita Jiménez Badillo

Dra. Rocío López Velasco

FÍSICO MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Francisco Julián Ariza Hernández

Dr. Jorge Sánchez Ortiz

Dr. Juan Carlos Hernández Gómez

Dr. Marco Antonio Taneco Hernández

Dr. Martín Patricio Árciga Alejandre

Dra. Ernestina Felicia Castells Gil

HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA

Dr. Camilo Valqui Cachi

Dr. Osvaldo Ascencio López

Dra. Flor M. Rodríguez Vásquez

Dra. Ma. Gloria Toledo Espino

MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Dr. Sergio Paredes Solís

Dra. María Eugenia Flores Alfaro

Dra. Iris Paola Guzmán Guzmán

Dra. Mónica Espinoza Rojo



Contenido	Pag
Editorial	4
Ciencias de la Salud	
Asociación de la carga viral de las variantes E6 del VPH 16 con la presencia de lesiones precancerosas y cáncer cérvico uterino en Guerrero, México	5
<i>Julio Ortiz-Ortiz, Oscar Del Moral-Hernández, Miguel Ángel Mendoza-Catalán, Marco Antonio Leyva-Vázquez, José Guadalupe Muñoz Camacho, Marco Antonio Jiménez-López, Víctor Hugo Garzón-Barrientos, Luz del Carmen Alarcón-Romero, Berenice Illades-Aguiar</i>	
La leptina induce la secreción de metaloproteína 2 y el aumento en la expresión de vimentina en células MCF10A	12
<i>José Alfredo Villanueva Duque, Misael Ramírez Estrada, Marisol Rodríguez Vázquez, Eduardo Castañeda Saucedo, Napoleón Navarro Tito</i>	
Efectos del Cadmio sobre la calidad y ADN espermático	17
<i>Mayrut Uriostegui-Acosta, Neyra Alvarado-Vergara, Eduardo Escobar-Marrón, Marco Antonio Ramírez-Vargas, Abdiel Galeana-Guzmán, Gerardo Huerta-Beristain, Ma. Elena Moreno-Godínez</i>	
<hr/>	
Ciencias Naturales	
Expresión diferencial de proteínas en el estómago de la chinche <i>Meccus pallidipennis</i>, vector de la enfermedad de Chagas	23
<i>Jorge Isidoro Sotelo Cano, Alejandro Millán Vega, Eduardo Castañeda Saucedo, Donaciano Flores Robles, José Lino Zumaquero Ríos, José Alejandro Martínez Ibarra, Pável Sierra Martínez</i>	
Avances de la evaluación de la eficiencia de trampas hidrogeoquímicas establecidas para neutralizar los metales pesados generados por los lixiviados en los jales El Fraile, en Taxco, Guerrero, México	27
<i>Elvia Díaz Villaseñor, Oscar Talavera Mendoza, María Laura Sampedro Rosas, Jazmín A. López Díaz, Alejandro H. Ramírez Guzmán</i>	
Diagnóstico físico-químico del agua en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México	37
<i>Fernando Ortiz Maldonado, Naú Silverio Niño Gutierrez, Justiniano González González, Juan Villagómez Méndez, Gloria Torres Espino</i>	
<hr/>	
Ciencias Sociales y Humanidades	
Sector hotelero de Acapulco, Guerrero, México y el uso de la energía en 2017	42
<i>Guadalupe Olivia Ortega Ramírez, Delfino Daniel Ortiz Guzmán, Juan José Dimas Mojarro</i>	
Los dilemas éticos de la Universidad Autónoma de Guerrero frente a su nueva Ley Orgánica	48
<i>Colette Dugua Chatagner, Elvia Garduño Teliz, José Alfredo Pineda Gómez</i>	
El turismo, una alternativa para el desarrollo económico de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México	56
<i>José Luis Susano García</i>	
Liderazgo y empoderamiento: factores de desarrollo socioeconómico de mujeres campesinas en tres regiones de Guerrero	61
<i>Lenixia Méndez Vidal, Héctor Ramón Segura Pacheco, Gregorio Sarabia Ruiz, Ignacio Arévalo Méndez</i>	



Editorial

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura define a la revista científica como una publicación periódica que presenta especialmente artículos científicos, escritos por autores diferentes, e información de actualidad sobre investigación y desarrollo de cualquier área de la ciencia. Tiene un nombre distintivo, se publica a intervalos regulares, por lo general varias veces al año, y cada entrega está numerada o fechada consecutivamente. Su componente básico, el artículo científico, es un escrito en prosa, de regular extensión, publicado como una contribución al progreso de una ciencia y arte.

Es aquí en donde podemos visualizar a Tlamati Sabiduría como un medio formal de comunicación que tiene como objetivo principal la difusión del conocimiento generado en cada campo o disciplina de investigación, en especial en el estado de Guerrero, México. Se ha hecho especial énfasis en cumplir con los protocolos formales para la revisión de los artículos, mismos que presentan los resultados originales de una investigación y se convierte en publicación válida o publicación científica primaria cuando se publica por primera vez, y su contenido informa lo suficiente para que se puedan analizar las observaciones, repetir los experimentos y evaluar los procesos intelectuales realizados por él o los autores.

Así mismo, se ha convertido en un medio que le brinda la oportunidad de publicar no solo a investigadores establecidos, sino a investigadores noveles que mediante un trabajo rigurosos y un completo seguimiento a cada una de las fases del proceso de investigación científica, ven publicados sus resultados en ésta revista, mediante la revisión de pares o árbitros profesionales reconocidos en su área del conocimiento y especialización, que son quienes avalan la calidad del material escrito y opinan sobre su validez y confiabilidad para ser referidos académicamente, tanto para su lectura como para su publicación y posible replicación en contextos similares .

Tlamati Sabiduría ha logrado salvaguardar su publicación de los problemas bajos presupuestos de operación y cambios de funcionarios en la Universidad Autónoma de Guerrero, evitando la interrupción de su periodicidad, distribución y difusión, convirtiéndose en la única revista de difusión científica en la Universidad Autónoma de Guerrero, lo que le ha permitido ser una revista científica publicada con una periodicidad establecida, con artículos inéditos que son producto de resultados de investigación debidamente arbitrados por un comité editorial reconocido a nivel nacional e internacional. Estas publicaciones permiten a los miembros de la comunidad académica a quienes se le publican sus artículos, difundir los conocimientos generados, para que puedan ser aprovechados por la sociedad en general.

Tlamati Sabiduría es también una revista virtual que aparece como una nueva forma de comunicación científica, misma que permite distribuir información a miles de personas con mayor rapidez y menores costos. Es momento de evolucionar y estamos listos para el reto de hacerla una Revista Indexada con todas las características y requisitos necesarios para alcanzar ésta nueva categoría.

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez





Asociación de la carga viral de las variantes E6 del VPH 16 con la presencia de lesiones precancerosas y cáncer cérvico uterino en Guerrero, México

Julio Ortiz-Ortiz^{1*}
 Oscar Del Moral-Hernández¹
 Miguel Ángel Mendoza-Catalán¹
 Marco Antonio Leyva-Vázquez¹
 José Guadalupe Muñoz Camacho²
 Marco Antonio Jiménez-López²
 Víctor Hugo Garzón-Barrientos²
 Luz del Carmen Alarcón-Romero³
 Berenice Illades-Aguiar¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Laboratorio de Biomedicina Molecular. Av. Lázaro Cárdenas s/n. C.U. Zona Sur. C. P. 39070. Chilpancingo, Guerrero, México. Tel: + (52) 747-1066-864

²Instituto Estatal de Cancerología "Dr. Arturo Beltrán Ortega", Ginecología Oncológica, Acapulco, Guerrero, México.

³Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Laboratorio de Citopatología.

*Autor de correspondencia
julio338@hotmail.com

Resumen

El propósito del estudio fue determinar la carga viral de las variantes E6 de VPH 16 y su asociación con la presencia de lesiones precancerosas y Cáncer Cérvico Uterino [CaCU] en mujeres guerrerenses. Se amplificó por PCR el gen E6 del VPH 16 en 66 muestras de DNA provenientes de mujeres sin LEI, 87 con LEIBG, 13 con LEIAG y 73 con CaCU; los productos amplificados fueron secuenciados, para identificar las variantes E6 del VPH 16 mediante comparación con la secuencia de referencia (VPH 16R). Se clasificaron en linajes, sublinajes, clases y subclases. La carga viral se determinó cuantificando el número de copias del gen de la RNAsa P y del gen E6 mediante qPCR con tecnología de sondas TaqMan. La asociación entre la carga viral de las variantes y la presencia de lesiones precancerosas y CaCU se determinó mediante el cálculo de frecuencias y OR. De 239 pacientes incluidas en el estudio 105 tuvieron la variante E-G350 (43.93%), 35 la E-Prototipo (14.64%), 32 la E-C188/G350 (13.39%), 32 la AA-a (13.39%), 19 la AA-c (7.95%) y 16 la E-A176/G350 (6.69%). Se encontró asociación significativa entre CaCU y las variantes AA-a (OR=41.24, IC=4.47-380.28), E-A176/G350 (OR=21.45, IC=2.14-214.27), AA-c (OR= 11.87, IC=1.42-99.50), E-G350 (OR=9.56, IC=1.41-64.94) y con la carga viral alta (OR=2.31, IC=1.17-4.56). La asociación significativa CaCU con la carga viral alta y las variantes E-G350, E-A176/G350, AA-a y AA-c, sugiere que la determinación de la carga viral y las variantes en conjunto podría tener una utilidad clínica importante en el desarrollo de estrategias para el control de infecciones por VPH y la prevención de CaCU.

Palabras clave: Carga viral, variantes E6 de VPH 16, CaCU.

Como citar el artículo:

Ortiz-Ortiz, J., Del Moral-Hernández, O., Mendoza-Catalán, M. A., Leyva-Vázquez, M. A. Muñoz Camacho, J. G., Jiménez-López, M. A., Garzón-Barrientos, V. H., Alarcón-Romero, L. del C. e Illades-Aguiar, B. (2017). Asociación de la carga viral de las variantes E6 del VPH 16 con la presencia de lesiones precancerosas y cáncer cérvico uterino en Guerrero, México. *Tlamati*, 8(2), 5-11.

Abstract

Purpose of the study was to determine the viral load of E6 variants of VPH 16 and its association with presence of precancerous lesions and Cervical Uterine Cancer [CaCU] in women from the State of Guerrero, México. The E6 from VPH 16 gene was amplified by PCR in 66 DNA samples from women without LEI, 87 with LEIBG, 13 with LEIAG and 73 with CaCU; amplified products were sequenced, to identify E6 variants from VPH 16 by comparison with the reference sequence (VPH 16R). They were classified into lineages, sublineages, classes and subclasses. Viral load was determined quantifying the number of copies of RNase P gene and E6 gene by qPCR with TaqMan probe technology. Association between viral load of variants and presence of precancerous lesions and CaCU was determined calculating frequencies and OR. Of 239 patients included in this study, 105 had variant E-G350 (43.93%), 35 E-Prototype (14.64%), 32 E-C188 / G350 (13.39%), 32 AA-a (13.39%), 19 AA-c (7.95%) and 16 E-A176 / G350 (6.69%). A significant association was found between CaCU and the AA-a variants (OR = 41.24, CI = 4.47-380.28), E-A176 / G350 (OR = 21.45, CI = 2.14-214.27), AA-c (OR = 11.87, CI = 1.42-99.50), E-G350 (OR = 9.56, CI = 1.41-64.94) and with high viral load (OR = 2.31, CI = 1.17-4.56). Significant association of CaCU with high viral load and variants E-G350, E-A176 / G350, AA-a and AA-c, suggests that determination of viral load and variants as a whole could have an important clinical utility in development of strategies for control of infections by HPV and the prevention of CaCU.

Keywords: Viral load, E6 variants of HPV 16, CaCU

Introducción

El Virus del Papiloma Humano tipo 16 [VPH 16] se detecta en más del 50% de los casos de cáncer cérvico uterino [CaCU] (Li, Franceschi, Howell-Jones, Snijders y Clifford, 2011), siendo el más prevalente a nivel mundial en este tipo de cáncer (Guan, Howell-Jones, Li, Bruni, de Sanjose, Franceschi y Clifford 2012). Sin embargo, las causas por las que solo un pequeño porcentaje de lesiones asociadas a VPH16 progresan a cáncer aun no están totalmente esclarecidas. Diversos estudios han relacionado dicha progresión con la carga viral (Xi, Hughes, Castle, Edelstein, Wang, Galloway, Koutsky, Kiviat y Schiffman, 2011; Carcopino, Henry, Mancini, Giusiano, Boubli, Olive, Tamalet, 2012; Sundström, Ploner, Dahlström, Palmgren, Dillner, Adami, Ylitalo y Sparén, 2013; Hamaguchi, Miura, Abe, Kinoshita, Miura, Yamasaki, Yoshiura y Masuzaki, 2013) el estado físico del genoma viral y la variabilidad genética del VPH 16 (Berumen, Ordoñez, Lazcano, Salmerón, Galván, Estrada, Yunes, et al., 2001; Zuna, Moore, Shanesmith, Dunn, Wang, Schiffman, Blakey y Teel, 2009; Gheit, Cornet, Clifford, Iftner, Munk, Tommasino, Kjaer, 2011; Cornet, Gheit, Franceschi, Vignat, Burk, Sylla, Tommasino y Clifford, 2012).

La carga viral refleja la productividad de la replicación del DNA durante la infección por VPH 16, por lo que diversos estudios la proponen como un marcador de progresión del CaCU, basados en la asociación de la carga viral alta con infecciones persistentes (Fontaine, Hankins, Monney, Rachlis, Pourreaux y Ferenczy, 2008; Xi, Hughes, Edelstein, Kiviat, Koutsky, Mao, Ho, Schiffman, et al., 2009), lesiones precancerosas (Xi, 2011) y cáncer invasivo (Moberg, Gustavsson, Wilander y Gyllensten, 2005). Por otro lado, estudios realizados en México reportan que las infecciones son más persistentes cuando son causadas por variantes de los sublinajes AFR o AA (AA-a y AA-c) en comparación con las del E, provocando un mayor riesgo de desarrollar CaCU (Berumen et al. 2001, Lizano, Berumen y García-Carranza, 2009, Illades-Aguar, Alarcón-Romero, Antonio-Véjar, Zamudio-López, Sales-Linares, Flores-Alfaro, Fernández-Tilapa, et al., 2010). También se ha reportado que las variantes del sublinaje AA generan un alto número de copias virales en células infectadas, sugiriendo que estas variantes se replican más rápido que las europeas (Casas, Galván, Ordoñez, López, Guido y Berumen, 1999) favoreciendo la progresión de una lesión precancerosa a cáncer cervical invasivo. Por el contrario, otros

Tabla 1. Iniciadores y sondas para PCR en tiempo real.

Gen blanco	Iniciador o sonda	Secuencia	Ubicación
E6 de VPH 16	Iniciador sentido	5'- ACCGTTGTGTGATTTGTTAATTAGGTGTA-3'	385 – 413
	Iniciador antisentido	5'- GCTTTTTGTCCAGATGTCTTTGCTT-3'	446 – 470
	Sonda	5' FAM- AAAGCCACTGTGTCCTG-NFQ-3'	424 – 440
RNAsa P	Iniciador sentido	5'- AGATTTGGACCTGCGAGCG-3'	5541 – 5559
	Iniciador antisentido	5'- GAGCGGCTGTCTCCACAAGT-3'	5590 – 5600
	Sonda	5' VIC -TTCTGACCTGAAGGCTCTGCGCG-BHQ-1-3'	5570 – 5580

Tabla 2. Variación en la secuencia de nucleótidos en el gen E6 de VPH 16 y los cambios de aminoácidos que generan en la oncoproteína E6.

Variante	Posición de los cambios de nucleótidos en E6																									Cambio de aminoácido	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5		5
VPH 16R	0	1	3	3	4	4	7	8	8	8	8	8	5	5	7	8	8	0	1	3	5	0	2	4	3	3	
E-Prototipo	T	C	A	G	C	G	G	A	T	T	G	A	C	G	T	T	A	A	C	C	T	A	A	A	A	A	Sin cambios
E-G350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L83V
E-A176/G350	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	D25N/L83V
E-C188/G350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	E29Q/L83V
AA-a	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	G	-	-	T	G	-	-	-	g	Q14H/H78Y/L83V
AA-c	-	-	-	-	-	T	-	-	G	-	-	-	-	-	-	-	a	G	-	-	T	G	-	-	-	g	Q14H/I27R/H78Y /L83V

Las letras mayúsculas representan polimorfismos que generan cambios de aminoácidos. Las letras minúsculas representan polimorfismos que no generan cambios de aminoácidos.

estudios no han encontrado asociación entre la carga viral alta y las lesiones precancerosas y CaCU (Arias-Pulido, Peyton, Joste, Vargas y Wheeler, 2006; Guo, Sneige, Silva, Jan, Cogdell, Lin, Luthra y Zhang, 2007; Azizi, Braze, Hankins, Money, Fontaine, Koushik, Rachlis et al., 2008; Boulet, Benoy, Depuydt, Horvath, Aerts, Hens, Vereecken y Bogers, 2009; Schiffman, Rodríguez, Chen, Wacholder, Herrero, Hildesheim, Desalle et al., 2010; Manawapat, Stubenrauch, Russ, Munk, Kjaer e Iftner, 2012; Chang, He, Yu y Wu, 2013). Hasta la fecha, son pocos los estudios enfocados en el análisis de la carga viral de las variantes E6 del VPH 16 y su asociación con la presencia de lesiones precancerosas y CaCU. El propósito del trabajo fue determinar si la carga viral es diferente entre las variantes E6 de VPH 16 identificadas, y hay asociación significativa con la presencia de lesiones precancerosas y

CaCU en mujeres del Estado de Guerrero.

Materiales y Métodos

Muestras

Un total de 239 muestras positivas al DNA del VPH 16 obtenidas de raspados cervicales y biopsias de mujeres residentes del estado de Guerrero, fueron incluidas en el análisis comparativo. Sesenta y seis sin lesión escamosa intraepitelial (sin LEI), 87 con lesión escamosa intraepitelial de bajo grado (LEIBG), 13 con lesión escamosa intraepitelial de alto grado (LEIAG) y 73 con CaCU, captadas en el periodo de 1997 a 2012 en el laboratorio de Citopatología de la Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero y en el área de Ginecología Oncológica del Instituto Estatal de

Tabla 3. Clasificación y frecuencia de las variantes E6 de VPH16 identificadas en mujeres guerrerenses.

Linaje	Sublinaje	Clase	Subclase	Frecuencia N	%
Europea-Asiática	Europea (E)	E-T350	E-Prototipo	35	14.64%
			E-G350	105	43.93%
		E-G350	E- A176/G350	16	6.69%
			E-C188/G350	32	13.39%
Asiático-Americana/ Norte-americana	Asiático Americana 1	AA-a	AA-a	32	13.39%
		AA-c	AA-c	19	7.95%
Total				239	100%

De acuerdo a Cornet et al., 2012 y Huertas et al., 2011, las variantes se clasificaron en linajes, sublinajes, clases y subclases

Tabla 4. Variantes E6 de VPH16 asociadas al tipo de lesión.

Variantes	Sin LEI N (%)	LEIBG N (%)	OR (CI 95%) P	LEIAG N (%)	OR (CI 95%) P	CaCU N (%)	OR (CI 95%) P
E-Prototipo	12 (34.3%)	20 (57.1%)	1*	1(2.9%)	1*	2 (5.7%)	1*
E-G350	31(29.5%)	41(39.1%)	0.79 0.33-1.90 0.61	4(3.8%)	1.55 0.16-15.27 0.71	29(27.6%)	9.56 1.41-64.94 0.02
E-A176/G350	3(18.8%)	5(31.2%)	1.21 0.24-6.16 0.81	1(6.2%)	4.07 0.19-86.23 0.37	7(43.8%)	21.45 2.15-214.27 0.009
E-C188/G350	11(34.4%)	9(28.1%)	0.60 0.19-1.93 0.39	4(12.5%)	4.46 0.42-47.13 0.21	8(25.0%)	4.74 0.61-37.13 0.14
AA-a	3(9.4%)	9(28.1%)	2.1 0.46-9.57 0.34	2(6.3%)	8.14 0.53-123.99 0.13	18(56.3%)	41.24 4.47-380.28 0.001
AA-c	6(31.6%)	3(15.8%)	0.38 0.08-1.88 0.24	1(5.3%)	2.04 0.11-39.21 0.64	9(47.4%)	11.87 1.42-99.50 0.02

*Categoría de referencia (E-Prototipo). Ajustado por edad

Cancerología “Dr. Arturo Beltrán Ortega”. El diagnóstico citológico fue realizado con base a la clasificación del sistema Bethesda (Secretaría de salud, 2007). El diagnóstico histológico fue realizado de acuerdo al sistema de clasificación de la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia (FIGO). El DNA del VPH 16 fue detectado mediante tres métodos en función del periodo de captación de la muestra: a) de 1997 a 2010 se detectó con el sistema PCR MY09/MY11-RFLPs, y se tipificó mediante digestión con siete enzimas de restricción: Bam HI, Dde I, Hae III, Inf. I, Pst I, Rsa I y Sau3 AI (GIBCO BRL), b) en las muestras que no se logró detectar e identificar con el método antes mencionado, se utilizó el sistema PCR GP5+/GP6+ y se tipificó por secuenciación (BigDye Terminator v 3.1 de Applied Biosystems, (Illades-Aguilar et al., 2010), c) de 2010 a 2012 se utilizó el kit de trabajo INNO LiPA genotyping Extra (Innogenetics) que puede identificar hasta 28 tipos virales. Las variantes E6 del VPH 16, fueron identificadas en cada muestra mediante el análisis de las secuencias (Illades-Aguilar et al., 2010). Las variantes identificadas fueron clasificadas en tres linajes EAS, AA/NA y

AFR2 con sus respectivos sublinajes (Cornet et al., 2012). Los sublinajes fueron a su vez estratificados en clases y subclases (Huertas-Salgado, Martín-Gómez, Moreno, Murillo, Bravo, Villa y Molano, 2011).

Determinación de la carga viral de las variantes E6 del VPH16

La carga viral de cada variante, fue determinada por PCR en tiempo real amplificando el gen de copia única RNAsa P y el gen E6 del VPH 16 usando iniciadores y sondas TaqMan específicos (véase tabla 1). Los iniciadores y sondas fueron diseñados tomando en cuenta los polimorfismos presentes en el gen E6 de las variantes E6 del VPH 16 previamente identificadas. La PCR para ambos genes fue realizada en un volumen final de reacción de 10 µl, la cual contenía; 50 ng de DNA en 2 µl, 5 µl de universal master mix II, y 0.5 µl de una mezcla de iniciadores y sondas utilizando el equipo ABI-PRISM 7500 (Applied Biosystems), bajo las siguientes condiciones; 2 min a 50° C, 10 min a 95° C, seguidos de 40 ciclos de 15 s a 95° C y

Tabla 5. Carga viral de las variantes E6 del VPH 16.

Variante	N=239	(%)	Carga viral (Copias/Célula)		
			Min-Max	Media±DS	Valor de p*
E-Prototipo	35	14.64%	0.000-105.566	6.942±21.271	1**
E-G350	105	43.93%	0.000-470.804	33.792±93.297	0.041
E-A176/G350	16	6.69%	0.001-663.491	52.165±164.268	0.396
E-C188/G350	32	13.39%	0.017-392.000	32.158±84.002	0.012
AA-a	32	13.39%	0.020-513.344	48.078±104.951	0.000
AA-c	19	7.95%	0.010-354.157	41.521±96.887	0.060

*Prueba de Kruskal-Wallis **Categoría de comparación

Tabla 6. Variantes E6 de VPH16 y su relación con la carga viral.

Variantes	Carga viral baja N (%)	Carga viral alta	Valor de p*
E-Prototipo	24 (68.57%)	11 (31.43%)	0.015
E-G350	54 (51.43%)	51 (48.57%)	
E-A176/G350	7 (43.75%)	9 (56.25%)	
E-C188/G350	15 (46.88%)	17 (53.13%)	
AA-a	8 (25.00%)	24 (75.00%)	
AA-c	11 (57.89%)	8 (42.11%)	

*Prueba exacta de Fisher

1 min a 60° C. Todas las reacciones se corrieron por duplicado mostrando una alta reproducibilidad promediando los valores para el análisis. En cada corrida se incluyeron controles positivos y negativos (Boulet et al., 2009). La curva estándar para la cuantificación del gen de la RNAsa P se utilizó un kit comercial con DNA genómico obtenido de 10,000, 5,000, 2,500, 1,250 y 625 células previamente cuantificadas (Applied Biosystems). La curva estándar para cuantificar E6 fue generada usando diluciones con 10^8 , 10^7 , 10^6 , 10^5 , 10^4 y 10^3 copias del plásmido (pEGFP-N1) con E6 del VPH16 realizada por triplicado. La ecuación para el cálculo del número de copias de cada gen por muestra fue la siguiente (1):

$$x = \exp((y-b)/m) \quad (1)$$

En la ecuación x representa el número de copias del gen; y representa el valor de Ct; b y m son valores constantes obtenidos de la ecuación del gráfico de la curva estándar de cada gen. La carga viral por célula normalizada fue obtenida dividiendo el número de copias de E6 entre el número de copias de RNAsa P (Cheung, Lo, Cheung, Tang y Chan, 2006; Chang et al., 2013) se consideró como carga viral alta todos aquellos valores de número de copias por célula iguales o mayores a la mediana.

Análisis estadístico

La prueba exacta de Fisher o X^2 , fueron usadas para asegurar la significancia de las diferencias en la frecuencia

de variantes de VPH 16 y su carga viral entre los grupos clasificados por tipo de lesión. Para estimar el riesgo de desarrollar una lesión precancerosa o cáncer asociado con la variante de VPH 16 o carga viral alta, se calcularon Odds Ratios (OR) con intervalos de confianza del 95%, ajustado por edad. La carga viral fue expresada en número de copias/célula, y la diferencia entre grupos fue comparada usando la prueba de Kruskal-Wallis. El análisis estadístico fue realizado usando los programas IBM SPSS Statistics V. 22 y STATA V.11

Resultados

Análisis de las secuencias e identificación de las variantes E6 de VPH 16

El análisis de las secuencias amplificadas en las 239 muestras permitió identificar polimorfismos en 9 nucleótidos ubicados entre la posición 104 y 559 del gen E6. Algunos de los polimorfismos presentes en estas variantes, tienen como resultado cambios de aminoácidos en la oncoproteína E6, los cuales pueden ser deducidos por la secuencia de nucleótidos (véase tabla 2).

Clasificación, frecuencia y asociación de las variantes E6 del VPH 16 con lesiones y CaCU

De las 239 muestras, el 78.66% presentó variantes del sublinaje E y el 21.34% del sublinaje AA1. La variante más frecuente fue la E-G350 (43.93%) seguida de las variantes E-Prototipo (14.64%), E-C188/G350 (13.39%), AA-a (13.39%), AA-c (7.95%) y E-A176/G350 (6.69%) (véase tabla 3).

Tabla 7. Carga viral alta asociada con el tipo de lesión.

Carga Viral	Sin LEI N (%)	LEIBG N (%)	OR (CI 95%) p	LEIAG N (%)	OR (CI 95%) p	CaCU N (%)	OR (CI 95%) p
Baja	37(31.1%)	51(42.9%)	1*	5(4.2%)	1*	26 (21.9%)	1*
Alta	29(24.2%)	36(30.0%)	0.90 0.47-1.72 0.47	8(6.7%)	2.04 0.60-6.90 0.25	47(39.2%)	2.31 1.17-4.56 0.016

*Categoría de referencia (Carga viral baja)

Mediante el cálculo de OR se determinó la asociación entre las variantes E-G350, E-A176/G350, E-C188/G350, AA-c, AA-a y el tipo de lesión (véase tabla 4). Se encontró que las mujeres infectadas con las variantes AA-a, E-A176/G350, AA-c y E-G350 presentan 41.24, 21.45, 11.87 y 9.56 veces más riesgo respectivamente de presentar CaCU en comparación con la variante E-Prototipo.

Asociación de la carga viral con las variantes E6 de VPH 16 y CaCU.

Se cuantificó el número de copias del gen de copia única RNAsa P y del gen E6 para determinar la carga viral en número de copias/célula de las variantes E6 del VPH 16. Se observó diferencia significativa en el número de copia/célula de las variantes E-G350, E-C188/G350 y AA-a en comparación con la E-Prototipo (véase tabla. 5). Al evaluar la carga viral como el número de copias por célula, se encontró que la mediana de carga viral fue 0.853, los valores iguales a la mediana y mayores fueron considerados como carga viral alta y los valores por debajo de la mediana se consideraron como carga viral baja. La variante AA-a presentó una carga viral alta en el 75% de las muestras positivas a la misma, mientras que sólo el 25% presentó carga viral baja. Por otra parte, la variante E-T350 mostró carga viral baja en más del 68% de los casos. El resto de las variantes mostraron una distribución equitativa en la carga viral alta o baja (véase tabla. 6).

Mediante el cálculo de OR se determinó la asociación entre la carga viral alta y el tipo de lesión (véase tabla. 7). Se encontró que las mujeres que presentan una infección por VPH 16 con una carga viral alta presentan 2.31 veces más riesgo de presentar CaCU en comparación con aquellas con carga viral baja.

Discusión y conclusiones

Además de las variantes E-prototipo, E-G350, AA-a y AA-c reportadas con altas frecuencias por estudios previos en México (Berumen et al., 2001; Lizano et al., 2009; Illades-Aguilar et al., 2010), nosotros encontramos que existen otras variantes frecuentes en el estado, tal es el caso de las variantes E-C188/G350 y E-A176/G350. Nuestros hallazgos refuerzan la propuesta de que la distribución de las variantes E6 del VPH 16 es dependiente de la población. Las asociaciones significativas entre las variantes E-G350, E-A176/G350, AA-a y AA-c de VPH 16 y el riesgo elevado de CaCU en comparación con la E-Prototipo, refuerzan lo reportado por Cornet, Gheit, Iannacone, Vignat, Sylla, Del Mistro et al. (2013) donde sugiere que la distribución mundial de las variantes de VPH 16 y su riesgo relativo de CaCU son dependientes de la población. Al igual que otros estudios nosotros encontramos que la frecuencia de las variantes AA-a y AA-c, es ascendente en relación con el desarrollo de la lesión, además, observamos este mismo comportamiento en la variante E-A176/G350. La alta frecuencia de la variante AA-a con carga viral alta en CaCU y la asociación significativa entre la carga viral alta y el CaCU, sugieren una fuerte relación de esta variante con el desarrollo de la carcinogénesis cervical, por tal motivo consideramos que el análisis de la carga viral de las variantes podría tener una utilidad clínica importante en el desarrollo de estrategias para el control de infecciones por VPH y CaCU.

Agradecimientos

A la UAGro por el financiamiento proporcionado para el desarrollo de la investigación en convocatoria 2013.

Al Dr. José Guadalupe Muñoz Camacho, M en C. Noelio Zamudio López, QBP. Natividad Sales Linares, QBP. Eric Genaro Salmerón Bárcenas y a los estudiantes Citlali Suástegui Ventura y Jonatán Vázquez Rivera por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Arias-Pulido H, Peyton, C. L., Joste, N. E., Vargas, H. y Wheeler, C. M. (2006). Human Papillomavirus Type 16 Integration in Cervical Carcinoma In Situ and in Invasive Cervical Cancer. *Journal of Clinical Microbiology*. 44(5), 1755-1762.
- Azizi, N., Brazete, J., Hankins, C., Money, D., Fontaine, J., Koushik, A., Rachlis, A., Pourreaux, K., Ferenczy, A., Franco, E. y Coutlée, F. (2008). Canadian Women's HIV Study Group: Influence of human papillomavirus type 16 (HPV- 16) E2 polymorphism on quantification of HPV-16 episomal and integrated DNA in cervicovaginal lavages from women with cervical intraepithelial neoplasia. *Journal of General Virology*. 89(7), 1716-28.
- Berumen, J., Ordoñez, R. M., Lazcano, E., Salmerón, J., Galván, S. C., Estrada, R. A., Yunes, E., García-Carranca, A., González-Lira, G. y Madrigal-de la Campa, A. (2001). Asian-American variants of human papillomavirus 16 and risk for cervical cancer: a case-control study. *Journal of the National Cancer Institute*. 93(17), 1325-1330.
- Boulet, G. A, Benoy, I. H., Depuydt, C. E., Horvath, C. A., Aerts, M., Hens, N., Vereecken, A. J. y Bogers, J. J. (2009). Human Papillomavirus 16 Load and E2/E6 Ratio in HPV16-Positive Women: Biomarkers for Cervical Intraepithelial Neoplasia ≥ 2 in a Liquid-Based Cytology Setting? *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 18(11), 2992-2999.
- Carcopino, X., Henry, M., Mancini, J., Giusiano, S., Boubli, L., Olive, D. y Tamalet, C. (2012). Significance of HPV 16 and 18 Viral Load Quantitation in Women Referred for Colposcopy. *Journal of Medical Virology*. 84 (2), 306-313.
- Casas, L., Galván, S. C., Ordoñez, R. M., López, N., Guido, M. y Berumen, J. (1999). Asian-american variants of human papillomavirus type 16 have extensive mutations in the E2 gene and are highly amplified in cervical carcinomas. *International Journal of Cancer*. 83(4), 449-455.
- Chang, L., He, X., Yu, G. y Wu, Y. (2013). Effectiveness of HPV 16 Viral Load and the E2/E6 Ratio for the prediction of cervical cancer risk among chinese women. *Journal of Medical Virology*. 85(4), 646-654.
- Cheung, J. L., Lo, K. W., Cheung, T. H., Tang, J. W. y Chan, P. K. (2006). Viral Load, E2 Gene Disruption Status, and Lineage of Human Papillomavirus Type 16 Infection in Cervical Neoplasia. *Journal of Infectious Diseases*. 194(12), 1706-1712.
- Cornet, I., Gheit, T., Franceschi, S., Vignat, J., Burk, R. D., Sylla, B. S., Tommasino, M. y Clifford, G. M. (2012). IARC HPV Variant Study Group: Human Papillomavirus Type 16 Genetic Variants: Phylogeny and Classification

- Based on E6 and LCR. *Journal of Virology*. 86(12), 6855-6861.
- Cornet, I., Gheit, T., Iannacone, M. R., Vignat, J., Sylla, B. S., Del Mistro, A., Franceschi, S., Tommasino, M. y Clifford, G.M. (2013). HPV16 genetic variation and the development of cervical cancer worldwide. *British Journal of Cancer*. 108(1), 240-244.
- Fontaine, J., Hankins, C., Money, D., Rachlis, A., Pourreaux, K. y Ferenczy, A. (2008). Canadian Women's HIV Study Group, Coutlée F: Human papillomavirus type 16 (HPV-16) viral load and persistence of HPV-16 infection in women infected or at risk for HIV. *Journal of Clinical Virology*. 43(3), 307-312.
- Gheit, T., Cornet, I., Clifford, G. M., Iftner, T., Munk, C., Tommasino, M. y Kjaer, S. K. (2011). Risks for persistence and progression by human papillomavirus type 16 variant lineages among a population-based sample of Danish women. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 20(7), 1315-1321.
- Guan, P., Howell-Jones, R., Li, N., Bruni, L., de Sanjose, S., Franceschi, S. y Clifford, G. M. (2012). Human papillomavirus types in 115,789 HPV-positive women: a meta-analysis from cervical infection to cancer. *International Journal of Cancer*. 131, 2349-2359.
- Guo, M., Sneige, N., Silva, E. G., Jan, Y. J., Cogdell, D. E., Lin, E., Luthra, R. y Zhang, W. (2007). Distribution and viral load of eight oncogenic types of human papillomavirus (HPV) and HPV 16 integration status in cervical intraepithelial neoplasia and carcinoma. *Modern Pathology*. 20(2), 256-266.
- Hamaguchi, D., Miura, K., Abe, S., Kinoshita, A., Miura, S., Yamasaki, K., Yoshiura, K. y Masuzaki, H. (2013). Initial Viral Load in Cases of Single Human Papillomavirus 16 or 52 Persistent Infection Is Associated With Progression of Later Cytopathological Findings in the Uterine Cervix. *Journal of Medical Virology*. 85(12), 2093-100.
- Huertas-Salgado, A., Martín-Gámez, D. C., Moreno, P., Murillo, R., Bravo, M. M., Villa, L. y Molano, M. (2011). E6 molecular variants of human papillomavirus (HPV) type 16: An updated and unified criterion for clustering and nomenclature. *Virology*. 410(1), 201-215.
- Illades-Aguilar, B., Alarcón-Romero, L. del C., Antonio-Véjar, V., Zamudio-López, N., Sales-Linares, N., Flores-Alfaro, E., Fernández-Tilapa, G., Vences-Velázquez, A., Muñoz-Valle, J.F. y Leyva-Vázquez, M. A. (2010). Prevalence and distribution of human papillomavirus types in cervical cancer, squamous intraepithelial lesions, and with no intraepithelial lesions in women from Southern Mexico. *Gynecologic Oncology*. 117(2), 291-296.
- Li, N., Franceschi, S., Howell-Jones, R., Snijders, P. J., y Clifford, G. M. (2011). Human papillomavirus type distribution in 30,848 invasive cervical cancers worldwide: Variation by geographical region, histological type and year of publication. *International Journal of Cancer*. 128(4), 927-935.
- Lizano, M., Berumen, J. y García-Carranca, A. (2009). HPV-related Carcinogenesis: Basic Concepts, Viral Types and Variants. *Archives of Medical Research*. 40(6), 428-434.
- Manawapat, A., Stubenrauch, F., Russ, R., Munk, C., Kjaer, S. K. e Iftner, T. (2012). Physical state and viral load as predictive biomarkers for persistence and progression of HPV16-positive cervical lesions: results from a population based long-term prospective cohort study. *American Journal of Cancer Research*. 2(2), 192-203.
- Moberg, M., Gustavsson, I., Wilander, E. y Gyllensten, U. (2005). High viral loads of human papillomavirus predict risk of invasive cervical carcinoma. *British Journal of Cancer*. 92(5), 891-894.
- Secretaría de Salud (2007). Modificación a la norma oficial mexicana NOM-014-SSA2-1994. *Diario oficial de la Federación*. Gobierno de la República Mexicana
- Schiffman, M., Rodriguez, A. C., Chen, Z., Wacholder, S., Herrero, R., Hildesheim, A., Desalle, R., Befano, B., Yu, K., Sfaeian, M., Sherman, M. E., Morales, J., Guillen, D., Alfaro, M., Hutchinson, M., Solomon, D., Castle P. E. y Burk, R. D. (2010). A Population-Based Prospective Study of Carcinogenic Human Papillomavirus Variant Lineages, Viral Persistence, and Cervical Neoplasia. *Cancer Research*. 70(8), 3159-3169.
- Sundström, K., Ploner, A., Dahlström, L. A., Palmgren, J., Dillner, J., Adami, H. O, Ylitalo, N. y Sparén, P. (2013). Prospective study of HPV16 viral load and risk of in situ and invasive squamous cervical cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 22(1), 150-158.
- Xi, L. F., Hughes, J. P., Edelstein, Z. R., Kiviat, N. B., Koutsky, L. A., Mao, C., Ho, J. y Schiffman, M. (2009). Human Papillomavirus (HPV) Type 16 and Type 18 DNA Loads at Baseline and Persistence of Type-Specific Infection during a 2-Year Follow-Up. *Journal of Infectious Diseases*. 200(11), 1789-1797.
- Xi, L. F., Hughes, J. P., Castle, P. E., Edelstein, Z. R., Wang, C., Galloway, D. A., Koutsky, L. A., Kiviat, N. B. y Schiffman M. (2011). Viral Load in the Natural History of Human Papillomavirus Type 16 Infection: A Nested Case-Control Study. *Journal of Infectious Diseases*. 203(10), 1425-33.
- Zuna, R. E., Moore, W. E., Shanesmith, R. P., Dunn, S. T., Wang, S. S., Schiffman, M., Blakey, G. L., Teel, T. (2009). Association of HPV16 E6 variants with diagnostic severity in cervical cytology samples of 354 women in a US population. *International Journal of Cancer*. 125(11): 2609-2613.



La leptina induce la secreción de metaloproteinasa 2 y el aumento en la expresión de vimentina en células MCF10A

José Alfredo Villanueva Duque¹
 Misael Ramírez Estrada¹
 Marisol Rodríguez Vázquez¹
 Eduardo Castañeda Saucedo¹
 Napoleón Navarro Tito^{1*}

¹Laboratorio de Biología Celular del Cáncer, Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas S/N CP. 39087 Ciudad Universitaria, Chilpancingo, Gro. México.

*Autor de correspondencia
navatito@hotmail.com

Resumen

Actualmente el cáncer de mama es considerado un problema de salud pública a nivel mundial. Diversos estudios epidemiológicos han asociado a la obesidad como un factor de riesgo muy importante con el inicio y progresión del cáncer de mama, esto debido al incremento en la producción de proteínas por parte de los adipocitos que promueven un incremento en la migración e invasión de células cancerosas como la leptina. El propósito del trabajo fue evaluar el efecto de la leptina sobre la migración celular, secreción de metaloproteinasas (MMPs) y la expresión de algunos marcadores mesenquimales como vimentina en células de epitelio de mama no tumoral. La migración celular se evaluó mediante ensayos por cierre de herida, la secreción de MMPs fue determinada por zimografía en gelatina y los niveles de vimentina se determinaron mediante Western blot. Nuestros resultados muestran que leptina induce migración celular en células MCF10A de una manera dependiente de la dosis. Aunado a esto se observó que leptina promueve la secreción de MMP-2, MMP-9 y el incremento en los niveles de expresión de vimentina. Por los anteriores resultados podemos concluir que la leptina induce la expresión y secreción de proteínas que participan de manera activa en eventos relacionados con la transición epitelio-mesenquimal en células MCF10A.

Palabras clave: Cáncer de mama, metaloproteinasas, vimentina, migración, leptina

Abstract

Currently, breast cancer is considered a worldwide public health problem. Several epidemiological studies have associated obesity as a very important risk factor with the onset and progression of breast cancer, due to the increase in protein production by adipocytes that promote an increase in cancerous cell migration and invasion like leptin. Objective of this study was to evaluate effect of leptin on cell migration, secretion of metalloproteinases (MMPs) and expression of some mesenchymal markers such as vimentin in non-tumoral breast epithelial cells. Cell migration was evaluated by wound closure assays, secretion of MMPs was determined by zymography in gelatin and vimentin levels were determined by Western Blot. Our results show that leptin induces cell migration in MCF10A cells in a dose-dependent manner. In addition to this, it was observed that leptin promotes secretion of MMP-2, MMP-9 and the in-

Como citar el artículo:

Villanueva Duque, J. A., Ramírez Estrada, M., Rodríguez Vázquez, M., Castañeda Saucedo, E. y Navarro Tito, N. (2017). La leptina induce la secreción de metaloproteinasa 2 y el aumento en la expresión de vimentina en células MCF10A. *Tlamati*, 8(2), 12-16.

crease in expression levels of vimentin. From the above results we can conclude that leptin induces expression and secretion of proteins that participate actively in events related to the epithelial-mesenchymal transition in MCF10A cells.

Keywords: Breast cancer, metalloproteinases, vimentin, migration, leptin

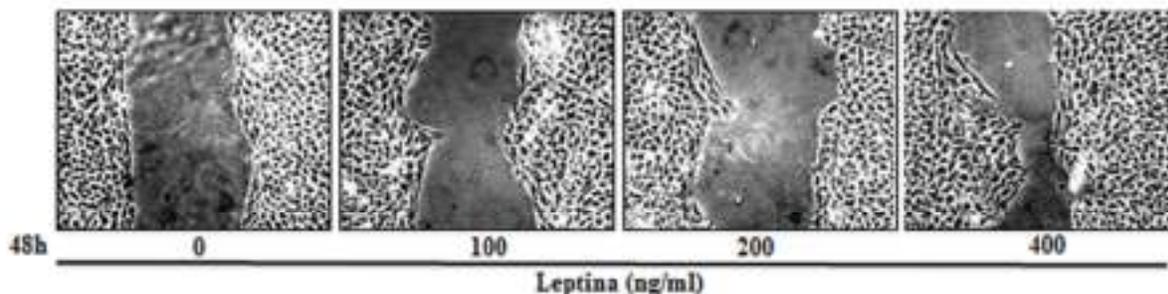
Introducción

En México, el cáncer de mama es la principal causa de muerte por cáncer en mujeres. Estudios epidemiológicos sugieren que el sobrepeso y la obesidad están relacionados con un incremento en el riesgo para varios tipos de cáncer, entre los que destaca el cáncer de mama. Se estima que el 20% de las muertes por cáncer en mujeres son atribuidas al sobrepeso y la obesidad (Calle, Rodriguez, Walker-Thurmond y Thun, 2003), esto debido a que en la obesidad existe un descontrol metabólico como son estados de hiperinsulinemia, resistencia a la insulina y sobreproducción de proteínas por parte de los adipocitos que pueden actuar

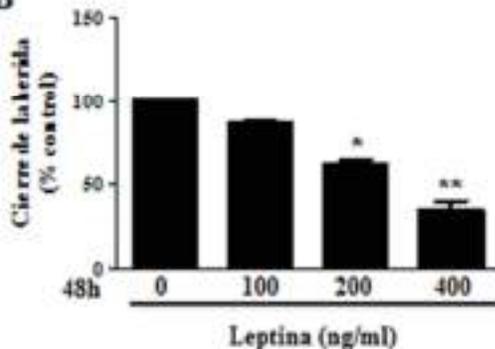
como factores de crecimiento y promover la proliferación, migración, invasión y metástasis de las células cancerosas (Yakar, Leroith y Brodt, 2005).

Un evento crucial en la metástasis es la transición epitelio-mesénquima [TEM], la cual es un proceso de transdiferenciación celular de un fenotipo epitelial a uno mesenquimal. La TEM está implicada en la progresión tumoral hacia un fenotipo maligno de las neoplasias; este proceso incluye la pérdida de las uniones célula-célula, pérdida de la polaridad ápico-basal y un aumento en las capacidades migratorias e invasivas de las células. A nivel molecular existen marcadores de la TEM tales como: disminución de la proteína E-cadherina y el incremento de vimentina, la

A



B



C

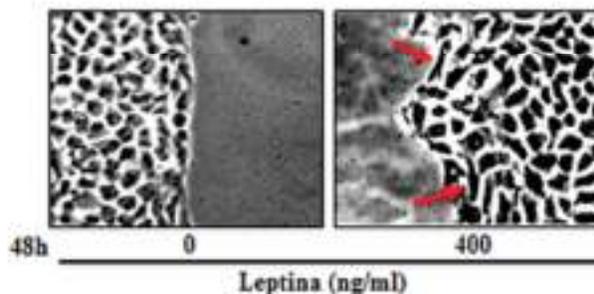


Figura 1. La leptina induce la migración de células MCF10A. Panel A. Se utilizaron cultivos celulares de la línea celular MCF10A a una confluencia total, posteriormente se realizó supresión de suero por 4 h y la realización de la ralladura con una punta estéril seguido de una estimulación con leptina a diferentes concentraciones 0, 100, 200, 400 ng/ml, las fotografías fueron tomadas a las 48 h después del tratamiento. Panel B. La gráfica muestra el área abierta de la herida. Panel C. Acercamiento de la herida, la comparación se realizó entre el vehículo (células sin estímulo) y la mayor concentración de leptina (400 ng/ml). La gráfica corresponde al análisis estadístico mediante ANOVA obtenido de la medición del cierre de herida. Significancia estadística: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

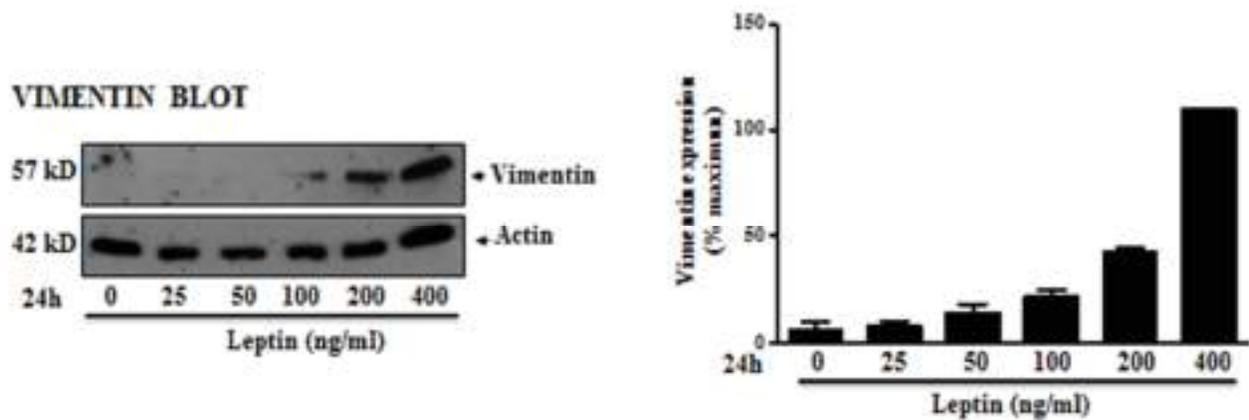


Figura 2. Expresión de vimentina por Western blot. Se utilizaron cultivos celulares de la línea celular MCF10A a una confluencia total, posteriormente se realizó supresión de suero por 4 h y tratamiento con leptina a 25, 50, 100, 200 y 400 ng/ml de leptina por 24 h, posteriormente se realizó Western blot para medir los niveles proteicos de vimentina, la comparación se realizó con el vehículo (células sin tratamiento). La grafica corresponde al análisis estadístico mediante t-student. Significancia estadística: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

secreción de metaloproteinasas de matriz [MMPs], aumento en la migración e invasión celular. Vimentina es un componente de los filamentos intermedios del citoesqueleto, se le ha relacionado con cambios morfológicos hacia un fenotipo mesenquimal y con el aumento en la migración celular. Se ha descrito la sobreexpresión de vimentina en células mesenquimales por lo que se considera como marcador del fenotipo mesenquimal en células tumorales (Méndez, Kojima y Goldman, 2010).

Durante la invasión y metástasis las células tumorales degradan la membrana basal epitelial hasta invadir el estroma, posteriormente realizan intravasación a través de vasos sanguíneos y linfáticos para finalmente extravasarse y establecer una nueva colonia tumoral. Las metaloproteinasas de matriz [MMPs] son proteínas que participan activamente en estos procesos, ya que son enzimas con actividad proteolítica, cuyo mecanismo de acción es la degradación de proteínas de matriz extracelular; las MMPs tipo gelatinasas [MMP-2] y [MMP-9] son secretadas por las células tumorales y las que tienen un papel muy importante durante el proceso metastásico (Egeblad y Werb, 2002).

La leptina es una hormona secretada por los adipocitos, regula procesos celulares como la proliferación, migración e invasión en diversos tipos celulares, su acción es mediada por la unión el receptor Ob-Rb (Garofalo, Koda, Cascio, Sulkowska, Kanczuga-Koda, Golaszewska, Russo et al, 2006; Perera, Chin, Duru y Camarillo, 2008). La interacción de leptina con su receptor activa vías de señalización intracelulares como las de JAK/STAT3, MAPK y PI3K contribuyendo a un aumento en la proliferación y migración celular. Sin embargo, actualmente no hay reportes del papel de la leptina como inductora de la TEM en células de epitelio de mama no tumoral MCF10A. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el papel de la leptina como inductora de la TEM mediante la promoción de eventos relacionados con el inicio y progresión del cáncer de mama, incluyendo la secreción de MMPs, la expresión de vimentina y el incremento en la migración celular.

Material y métodos

Ensayos de migración por cierre de herida

En este estudio se utilizó la línea celular de epitelio mamario no tumoral MCF10A, las cuales fueron crecidas en medio DMEM/F12 con 5% de suero fetal bovino, 20 ng/ml de EGF, 0.5 μ g de hidrocortisona y 10 μ g/ml de insulina. Para la estimulación celular, los cultivos se sometieron a supresión de suero por 4 h y posteriormente se realizaron ensayos de migración de dosis-respuesta con leptina empleando 0, 25, 50, 100, 200, 400 ng/ml durante 48 h de estímulo. Cuando las células alcanzaron confluencia total se les realizó una ralladura sobre el cultivo usando una punta de pipeta estéril. El progreso de la migración mediante el ensayo de cierre de herida fue analizado y fotografiado a las 48 h de estímulo usando un microscopio óptico acoplado a una cámara fotográfica; en este ensayo se utilizó AraC (30 μ M) como inhibidor de proliferación, cada condición experimental se realizó por triplicado.

Western Blot

Los cultivos celulares de la línea MCF10A fueron lisados con RIPA para obtener los extractos proteicos; las proteínas fueron separadas en geles de acrilamida al 10% seguida por una transferencia a membranas de nitrocelulosa. Posterior a la transferencia las membranas fueron bloqueadas usando 5% de leche libre de grasa en buffer de solución salina (PBS) pH 7.2/0.05% Tween 20, se incubaron toda la noche con anticuerpo primario (1:1000) a 4°C, las membranas se lavaron 3 veces con PBS-Tween 0.05% y se incubaron con anticuerpo secundario (1:5000) por 2 horas a 22°C en agitación constante. Las bandas inmunoreactivas fueron visualizadas con un estuche de quimioluminiscencia (NOVEX). Las bandas fueron identificadas en placas autoradiográficas. Se empleó anticuerpo monoclonal para Vimentina (clona V9) (Santa Cruz Biotechnology, Inc. Santa Cruz CA.).

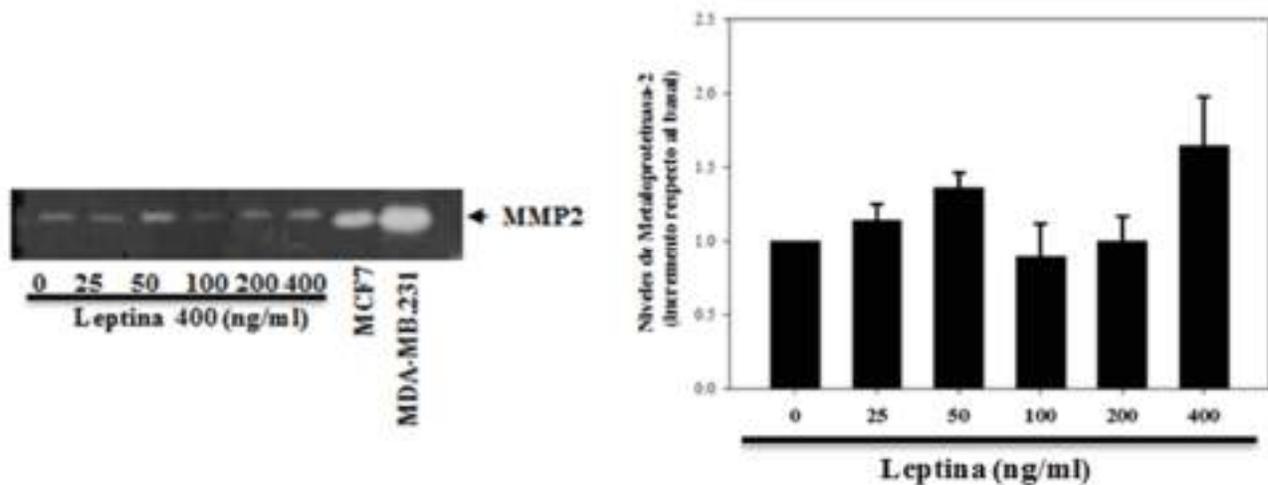


Figura 3. Actividad proteolítica de la metaloproteinasa 2 mediante zimografía en gelatina. Se utilizó el medio condicionado (sobrenadantes) de cultivos celulares de la línea celular MCF10A a una confluencia total, posteriormente se realizó supresión por 4 h y tratamiento con leptina a 25, 50, 100, 200 y 400 ng/ml de leptina por 48 h, posteriormente se realizó zimografía para medir la capacidad proteolítica de la MMP2, la comparación se realizó con el vehículo (células sin tratamiento). La grafica corresponde al análisis estadístico mediante t-student.

Zimografía en gelatina

Para determinar la secreción de la MMP-2 los cultivos de MCF10A fueron puestas en supresión de suero por 4 horas y fueron tratadas con 25, 50, 100, 200, 400 y 800 ng/ml de leptina por 48 h. La actividad proteolítica de la MMP-2 fue evaluada a partir de los sobrenadantes de los cultivos en medios condicionados usando geles de acrilamida copolimerizados con gelatina 1mg/ml. El medio condicionado fue mezclado con buffer de muestra para MMPs (2.5% SDS, 1% sacarosa y 4µg/ml de rojo fenol). Posteriormente se realizó una electroforesis a 72 V por 2 h, los geles fueron lavados tres veces con Tritón X-100 al 2.5% para remover el SDS y se incubaron con buffer de incubación (50mM Tris/HCl pH 7.4, 5mM CaCl₂) a 37°C por 48 h. Los geles fueron teñidos con azul de Coomassie G-250 al 0.25% (metanol al 30% y ácido acético al 10%) por 40 min y posteriormente desteñidos con solución desteñidora (etanol 20%, ácido acético 15% y agua ultrapura) por 40 min, la actividad proteolítica fue detectada como bandas claras en el gel, como controles positivos se usaron sobrenadantes de las líneas celulares MCF7 y MDA-MB-231.

Resultados

La leptina induce migración celular en la línea de epitelio de mama no tumoral MCF10A

Para evaluar el efecto de la leptina como inductora de la migración celular en las células MCF10A se realizó ensayos de migración por cierre de herida a dosis de 25, 50, 100, 200 y 400 ng/ml; en el caso de las dosis de 25 y 50 ng/ml de leptina no se observó una migración evidente, mientras que en las dosis de 100, 200 y 400 ng/ml de leptina se observó migración celular respecto al control; en el caso de la dosis de 400 ng/ml se observó el cierre casi total de la herida (véase figura 1).

La leptina induce el aumento en la expresión de vimentina en células MCF10A

Analizamos la expresión de vimentina mediante Western Blot para determinar sus niveles proteicos tras la estimulación con leptina, los resultados muestran que los niveles de vimentina aumentaron de manera proporcional a las dosis de leptina, siendo la dosis de 400 ng/ml donde se observó un incremento de vimentina de más de 100 veces respecto al control (véase figura 2).

La leptina induce la secreción y actividad proteolítica de la MMP-2

Analizamos la secreción y actividad proteolítica de la MMP-2 usando el medio condicionado mediante ensayos de zimografía en geles copolimerizados con gelatina, realizamos tratamientos empleando dosis de 25, 50, 100, 200 y 400 ng/ml de leptina durante 48 h de tratamiento, observamos que en las dosis de 50 y 400 ng/ml de leptina una mayor secreción y capacidad proteolítica de la MMP2 (véase figura 3).

Discusión y conclusiones

La transición epitelio-mesénquima es inducida por diversos estímulos como factores de crecimiento y proteínas de la matriz extracelular (MEC). Recientemente se ha identificado a la leptina como inductora de la TEM en células MCF-7 y MDA-MB-231 (Yan, Avtanski, Saxena, y Sharma, 2012) las cuales son líneas celulares de cáncer de mama poco invasivas y altamente invasivas respectivamente, en células MFC10A no se ha descrito este evento.

En los resultados obtenidos en este trabajo, se observa que existe un incremento en los niveles de expresión de vimentina de manera proporcional a la dosis de leptina, lo cual concuerda con los cambios morfológicos de un fenotipo mesenquimal y un incremento en la capacidad migrato-

ria de las células MCF10A tratadas con leptina. En diversos estudios vimentina se ha relacionado con cambios morfológicos de fenotipo mesenquimal (Méndez et al., 2010; Gilles, Polette, Zahm, Tournier, Volders, Foidart y Birembaut, 1999), aumento en la migración y adhesión celular; el mecanismo por el cual favorece el desarrollo de la TEM es mediante la activación de Axl, produciendo cambios morfológicos en la célula de fenotipo mesenquimal favoreciendo la TEM (Ivaska, 2011, Vuoriluoto, Haugen, Kiviluoto, Mpindi, Nevo y Gjerdrum, 2011).

La secreción de MMPs es una característica de las células tumorales las cuales tienen como función la degradación de proteínas de la MEC contribuyendo de esa manera a la invasión celular, en el caso de la MMP-2 tiene capacidad gelatinasa pudiendo degradar proteínas presentes en la MEC como un mecanismo para favorecer la migración e invasión celular. Por otro lado, las MMPs están implicadas en la TEM por su capacidad de contribuir a la progresión tumoral de las células epiteliales. Como parte de la TEM la secreción de MMP-2 ha sido evaluada en células MCF10A determinando que NFκB regula su expresión (Espinoza Neira, Mejia-Rangel, Cortes-Reynosa y Perez Salazar, 2012, Martínez-Orozco, Navarro-Tito, Soto-Guzman, Castro-Sanchez y Pérez, 2010). En nuestros resultados las dosis de 50 y 400 ng/ml de leptina fueron las dosis a las que se observó un incremento de esta capacidad proteolítica de la MMP-2, estos resultados dan evidencia de la inducción de la TEM en células MCF10A tratadas con leptina y este es un modelo que contribuye al entendimiento de lo que pudiera estar ocurriendo *in vivo* en mujeres con niveles altos de leptina y con inicio de tumorigénesis mamaria.

Referencias

- Calle, E. E., Rodriguez, C., Walker-Thurmond, K. y Thun, M. J. (2003). Overweight, obesity and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults. *New England Journal of Medicine*. 348, 1625–1638.
- Egeblad M. y Werb Z., 2002. New functions for the matrix metalloproteinases cancer progression. *Nature reviews* 2: 161-172.
- Espinoza-Neira, R., Mejia-Rangel, J., Cortes-Reynosa, P. y Perez Salazar, P. (2011). Linoleic acid induces an EMT-like process in mammary epithelial cells MCF10A. *International Journal of Biochemistry*. 43, 1782-1791.
- FASEB Journal*. 6, 1838-1851.
- Garofalo, C., Koda, M., Cascio, S., Sulkowska, M., Kanczuga-Koda, L., Golaszewska, J., Russo, A., Sulkowski, S. y Surmacz, E. (2006). Increased expression of leptin and the leptin receptor as a marker of breast cancer progression: possible role of obesity related stimuli. *Clinical Cancer Research*. 12, 1447-53.
- Gilles, C., Polette, M., Zahm, J. M., Tournier, J. M., Volders, L., Foidart, J. M. y Birembaut P. (1999). Vimentin contributes to human mammary epithelial cell migration. *Journal of Cell Science*. 112, 4615-4625.
- Ivaska, J. (2011). Vimentin, Central hub in EMT induction? *Small GTPases*. 2, 51-53.
- Martínez-Orozco, R., Navarro-Tito, N., Soto-Guzman A., Castro-Sanchez, L. y Pérez S. E. (2010). Arachidonic acid promotes epithelial-to-mesenchymal-like transition in mammary epithelial cells MCF10A. *European Journal of Cell Biology*. 89, 476-488.
- Méndez, M. G., Kojima, S. I. y Goldman, R. D. (2010) Vimentin induces changes in cell shape, motility, and adhesion during the epithelial to mesenchymal transition
- Perera, C., Chin, H.G., Duru, N. y Camarillo, I.G. (2008). Leptin-regulated gene expression in MCF-7 breast cancer cells: mechanistic insights into leptin-regulated mammary tumor growth and progression. *Endocrinology*. 199, 221-33.
- Vuoriluoto, K., Haugen, H., Kiviluoto, S., Mpindi, J. P., Nevo, J. y Gjerdrum, C. (2011). Vimentin regulates EMT induction by Slug and oncogenic H-Ras and migration by governing Axl expression in breast cancer. *Oncogene*. 30, 1436-48.
- Yakar, S., Leroith, D. y Brodt (2005). The role of the growth hormone/insulin like growth factor axis in tumor growth and progression: Lessons from animal models. *Cytokine & Growth Factor Reviews*. 16, 407–420.
- Yan, D., Avtanski, D., Saxena, N. J. y Sharma D. (2012) Leptin-induced epithelial-mesenchymal transition in breast cancer cells requires β -catenin activation via Akt/GSK3- and MTA1/Wnt protein-dependent pathways. *Journal of Biological Chemistry*, 11, 8598-8612.



Efectos del Cadmio sobre la calidad y ADN espermático

Mayrut Uriostegui-Acosta¹
 Neyra Alvarado-Vergara¹
 Eduardo Escobar-Marrón¹
 Marco Antonio Ramírez-Vargas¹
 Abdiel Galeana-Guzmán¹
 Gerardo Huerta-Beristain¹
 Ma. Elena Moreno-Godínez^{1*}

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Toxicología y Salud Ambiental. Av. Lázaro Cárdenas s/n C.U. Zona Sur. C. P. 39087 Chilpancingo, Guerrero, México. Tel: +52(747) 471 9310 Ext. 3600

*Autor de correspondencia
emoreno20@hotmail.com

Resumen

El cadmio es un metal pesado ampliamente distribuido en el ambiente. La exposición a cadmio a concentraciones similares a las encontradas en el río de Taxco de Alarcón, Gro., sobre el tracto reproductor masculino fue estudiado en ratones macho adultos de la cepa ICR, estos recibieron dosis de 0, 1.6 y 3.2 $\mu\text{Mol/kg/3er d/5d}$ de CdCl_2 en agua de consumo y sacrificados 24-hpt. Los espermatozoides fueron colectados de la CE-CD, se evaluó la calidad espermática en base a lo establecido por la OMS, el daño lipoperoxidativo, se monitoreó a través de la generación de Malondialdehído (MDA) y el daño al ADN se realizó a través del Ensayo Cometa Alcalino ($\text{pH}>13$). El CdCl_2 alteró la viabilidad>motilidad>morfología espermática en ambas dosis, solo genero daño oxidativo a las dosis más alta de CdCl_2 y generó rupturas en el ADN espermático en ambas dosis. Estos resultados demuestran que la exposición a CdCl_2 vía oral a dosis ambientalmente relevantes pueden afectar la calidad, funcionalidad y generar daño genético, en donde el estrés oxidativo es el principal mecanismo de acción del CdCl_2 y tal vez pueda comprometer la capacidad fertilizante de los espermatozoides o impactar en el desarrollo embrionario.

Palabras clave: Cadmio, estrés oxidativo y daño genético

Abstract

Cadmium is a heavy metal widely distributed in the environment. Exposure to cadmium at concentrations similar to those found in the river of Taxco de Alarcón, Guerrero, México, on the adult male mice reproductive tract was studied in the ICR strain. These mice received doses of 0, 1.6 and 3.2 $\mu\text{Mol /kg/3rd d/5d}$ of CdCl_2 in drinking water and were sacrificed 24-hpt. Spermatozoa were collected from the CE-CD, sperm quality was evaluated based on what was established by the OMS, lipoperoxidative damage was monitored through the generation of Malondialdehyde (MDA) and the DNA damage was carried out through the Alkaline Comet Test ($\text{pH}> 13$). CdCl_2 altered the viability>motility>sperm morphology in both doses, only generated oxidative damage at the highest dose of CdCl_2 and gen-

Como citar el artículo:

Uriostegui-Acosta, M., Alvarado-Vergara, N., Escobar-Marrón, E., Ramírez-Vargas, M. A., Galeana-Guzmán, A., Huerta-Beristain, G. y Moreno-Godínez, M. A. (2017). Efectos del Cadmio sobre la calidad y ADN espermático. *Tlamati*, 8(2), 17-22.

erated breaks in the DNA sperm in both doses. These results demonstrate that exposure to oral CdCl₂ at environmentally relevant doses can affect quality, functionality and generate genetic damage, where oxidative stress is the main mechanism of action of CdCl₂ and may jeopardize the fertilizing capacity of sperm or impact on embryonic development.

Keywords: Cadmium, oxidative stress, genetic damage

Introducción

La minería es una de las actividades económicas más importantes de México desde el siglo XV. El distrito minero de Taxco, en el sur de México fue uno de los mayores productores de metal; sin embargo los residuos mineros que se generaron se han acumulado aledaños a la zona minera (jales), en donde se han encontrado altas concentraciones de cadmio [Cd] (1.0-780 mg/kg), plomo [Pb] y arsénico [As], entre otros (Talavera Mendoza, Yta, Moreno-Tovar, Dótor-Almazán, Flores-Mundo y Duarte-Gutiérrez, 2005; Armenta, Talavera y Barrera 2003). El Cd se encuentra como mineral combinado con otros elementos, entra al suelo, al agua y al aire durante actividades industriales, mineras y durante la combustión de carbón. El Cd se encuentra en la lista de la Organización Mundial de la Salud [OMS] como contaminante prioritario para alimentos (OMS, 1992). La toxicidad del Cd está asociada con un daño severo en varios órganos como riñón, útero y testículos (Goyer, Liu y Waalkes, 2004; Zhang y Jia, 2007). Reportes de nuestro grupo de trabajo han mostrado en niños de la Región de Taxco, Guerrero., la presencia de metales en altas concentraciones, dentro de ellos el Cd (CdU, 4.7±2.7 µg/L) (Moreno, Acosta-Saavedra, Meza-Figueroa, Vera, Cebrian, Ostrosky-Wegman y Calderon-Aranda, 2010). Por otro lado, la calidad espermática ha sufrido una disminución en los últimos 50 años (Carlsen, Giwercam, Keiding y Skakkebaek, 1992), atrayendo la atención de científicos en el mundo. Ésta situación, aunada al incremento en la toxicidad reproductiva por los metales, ha provocado preocupación (Moline, Golden, Bar-Chama, Smith, Rauch, Chapin, Perreault et al. 2000). En México el 54% de los varones tienen problemas de fertilidad. En Guerrero de un 10-15% de las parejas tienen dificultad para embarazarse. Una de las posibles causas es la contaminación por

metales. Recientemente se ha evaluado que la exposición a dosis únicas de Cd se relaciona con toxicidad a nivel de testículo y de epidídimo, así como daño al ADN en células testiculares, así como con alteraciones del túbulo seminífero (Benoff, Jacob y Hurley, 2000). Se ha reportado que el Cd altera la barrera hematotesticular, genera edema intersticial testicular, rompe las uniones estrechas y reduce la expresión de Ocludina de las células de Sertoli (Siu, Mruk, Porto y Cheng, 2009), y se ha asociado con la generación de daño oxidativo (LPO) en riñón, hígado, cerebros, eritrocitos y testículos (Koizumi y Li, 1992). Hasta el momento no está bien caracterizado el daño que se genera a nivel de células espermáticas. En este trabajo se propone evaluar el efecto sobre la calidad espermática y daño genético de los espermatozoides de ratones expuestos a cloruro de cadmio [CdCl₂] con el fin de tener la caracterización de los sitios blancos de la espermatogénesis por la exposición al CdCl₂.

Materiales y Métodos

Animales de experimentación

Se emplearon ratones macho (*Mus musculus*) de la cepa ICR de 38-40 g de peso (10-12 semanas de edad) provenientes del biotero del Instituto de Biotecnología IBT-UNAM. Los animales se mantuvieron a una temperatura de 18-23°C, a una humedad relativa del 40-70%, con ciclos de luz/oscuridad de 12 h y con alimento y agua *ad libitum*. Los ratones fueron aleatoriamente asignados para formar grupos de 3 ratones para los grupos control y tratados con cloruro de cadmio. El cloruro de cadmio grado técnico (CdCl₂, 55.2% de pureza), se di-

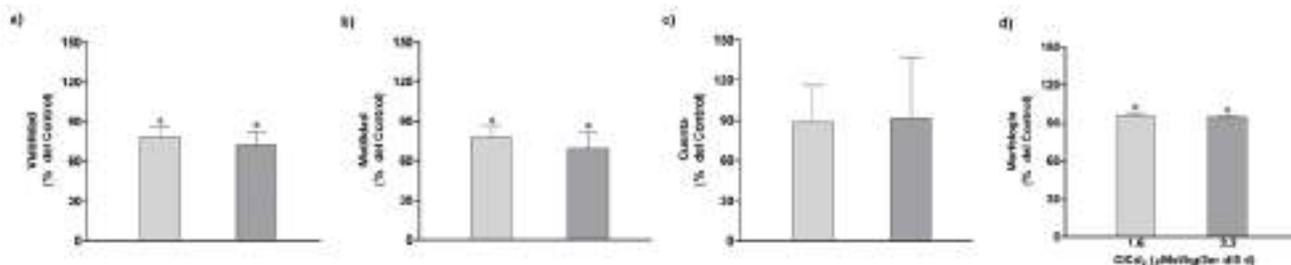


Figura 1. Efecto de la exposición al CdCl₂ sobre los parámetros de la calidad espermática. Se presenta la media±DS de 2 experimentos independientes (n=3 controles; n=3 tratados por dosis por experimento). *Diferencia estadísticamente significativa respecto al grupo control (p<0.001) de acuerdo al análisis de ANOVA y la prueba de comparación múltiple de Bonferroni.

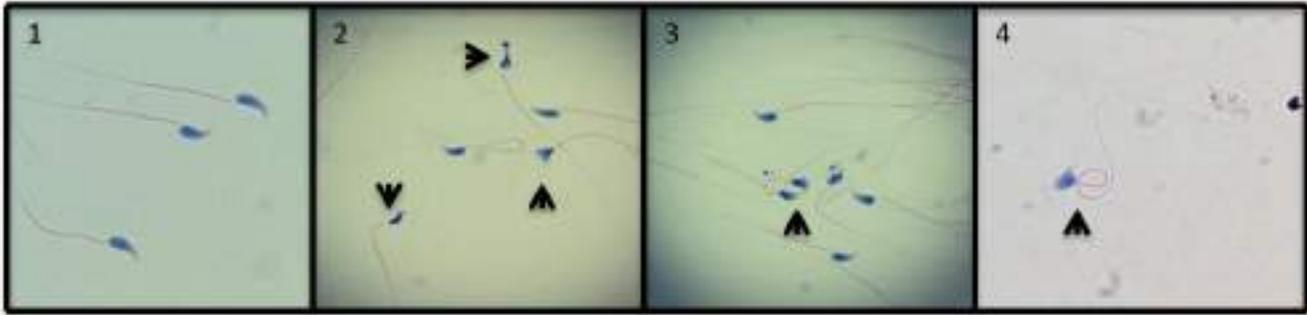


Figura 2. Morfología espermática. Alteraciones morfológicas observadas (Flechas negras). 1) Espermatozoide normal. 2) Cabeza en clavel. 3) Cabeza en forma de martillo. 4) Cola enrollada.

solvió en agua. Todos los experimentos se realizaron de acuerdo a lineamientos establecidos para el uso y manejo de animales de laboratorio NOM-062-ZOO-1999 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 1999)

Estrategia experimental

El grupo tratado fue administrado con dosis cada tercer día de CdCl_2 (1.6 ó 3.2 $\mu\text{mol/kg}$ de peso corporal, cada tercer día/5 días (d, v.o.) disuelto en agua y el grupo control recibió solo el vehículo. La exposición de 5 días se eligió considerando que la maduración del espermatozoide en el epidídimo está completa en aproximadamente 4-6 días (Adler, 1996). Los animales fueron sacrificados por dislocación cervical y los espermatozoides fueron extraídos y colectados de la cola del epidídimo-conducto deferente [CE-CD] después de la última administración, 24 horas post-tratamiento [hpt], de tal manera que se evaluó el efecto en células espermáticas que al momento de la exposición se encontraban en la etapa de espermatozoide maduro. Se realizaron al menos 2 experimentos independientes por dosis de tratamiento.

Obtención de los espermatozoides de la cola del epidídimo-conducto deferente (CE-CD)

Después de sacrificar a los animales a los tiempos de interés, el conducto deferente y la cola del epidídimo fueron extraídos y los espermatozoides fueron obtenidos por perfusión con 1 ml de solución salina [NaCl 0.9%].

Evaluación de la calidad espermática

Los parámetros de motilidad, viabilidad, y cuenta espermáticas se evaluaron de acuerdo a los lineamientos establecidos por la OMS (2010) en donde se reportó el resultado como porcentaje; mientras que en la cuenta se contaron los espermatozoides morfológicamente maduros con colas y el resultado se expresó en millones de células espermáticas/ml. Finalmente la morfología espermática se evaluó en base a la técnica de tinción de Papanicolaou modificada establecida por Wyrobek, Meistrich, Furrer y Bruce. (1983). Se expresó el porcentaje de espermatozoides con morfología anormal.

Evaluación del daño oxidante en la membrana de los espermatozoides

Esta determinación se realizó utilizando el kit para el ensayo de lipoperoxidación [LPO] de Oxford Biomedical Research® (Cat. # FR12). Este ensayo se basa en la reacción del reactivo cromogénico *N*-metil-2-fenilindol (R1, proporcionado por el proveedor) con el MDA a 45°C: una molécula de MDA reacciona con 2 moléculas del R1 formando un cromóforo estable. Se preparó una gráfica de calibración empleando una solución estándar de MDA de 0 -15 μM . Se registró la absorbancia a 586 nm en un NaNodrop 2000c (Thermo Scientific®). Se utilizó un control positivo de daño H_2O_2 30 μM . Los resultados se expresaron como μM de MDA/5 x 10⁶ espermatozoides/ml.

Evaluación del daño al ADN en los espermatozoides

El daño al ADN se evaluó por el ensayo cometa bajo condiciones alcalinas [pH 13]. En base a lo citado por Urióstegui-Acosta, Hernández-Ochoa, Solís-Heredia, Martínez-Aguilar y Quintanilla-Vega, (2012). Éste es un método sensible y rápido, el cual permite cuantificar el daño al ADN detectando rupturas en la cadena sencilla. El análisis se realizó usando el software Comet Assay IV®. Los parámetros evaluados fueron: el porcentaje de ADN en la cola [%ADN], definido como el porcentaje de rupturas de ADN en la cola del cometa y el momento de la cola [OTM], definido como el producto de la longitud de la cola y el ADN total de la cola del cometa.

Resultados

Efecto del CdCl_2 sobre el peso corporal y relativo de los órganos

El efecto de la exposición al CdCl_2 de manera alterna sobre el peso corporal de los ratones, mostró diferencias significativas con respecto al grupo control a la dosis de 3.2 $\mu\text{Mol/Kg/3er d/5 d}$. Con respecto al peso relativo de órganos de importancia solo se vio incrementado el peso de los testículos con ambas dosis, esto comparado con el grupo control (véase tabla 1).

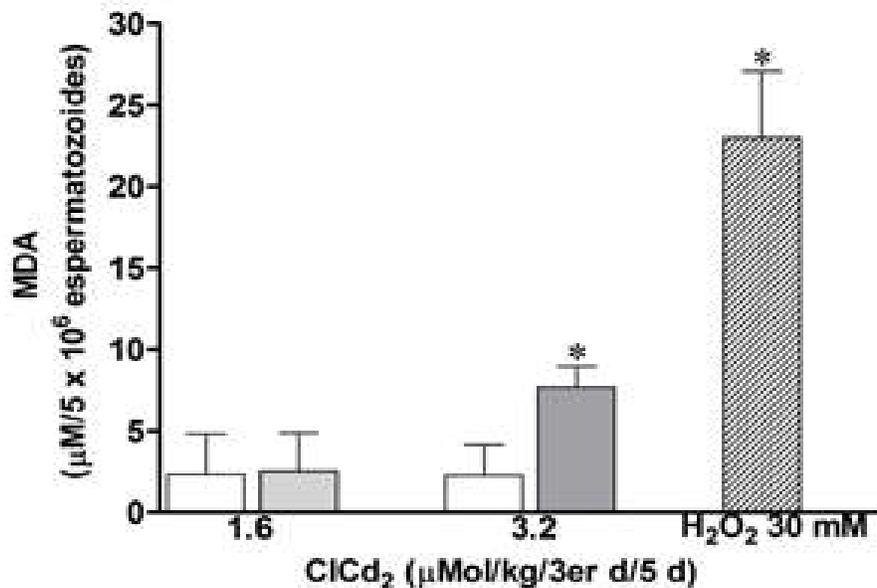


Figura 3. Daño oxidante en la membrana espermática por la exposición al CdCl_2 . Se presenta la media \pm DE de 2 experimentos independientes independientes ($n=3$ controles; $n=3$ tratados por dosis por experimento). *Diferencia estadísticamente significativa respecto al grupo control ($p>0.05$) de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Bonferroni. $\text{H}_2\text{O}_2 = 30$ mM, como control positivo.

Efectos del CdCl_2 sobre la calidad espermática

La exposición alternas al CdCl_2 (1.6 ó 3.2 $\mu\text{Mol/kg/3er d/5d}$) alteró los parámetros de viabilidad (22% y 28%; respectivamente (véase figura 1a) y la motilidad espermáticas (22% y 31%; respectivamente (véase figura 1b) a 24-hpt, la morfología de los espermatozoides se alteró ligeramente a ambas dosis 4.6% y 5.3% (véase figura 1c), presentando principalmente alteraciones en la cabeza como: cabeza en forma de banana, gigantes y sin acrosoma (véanse tabla 2 y figura 2).

Daño oxidante sobre la membrana espermática por la exposición al CdCl_2

La exposición a dosis repetidas de CdCl_2 no causó daño oxidante sobre la membrana de los espermatozoides, evaluado por la producción de MDA. No se observó un incremento significativo en la generación de MDA en los espermatozoides colectados a la dosis de 1.6 $\mu\text{Mol/kg/3er d/5d}$, mientras a la dosis más alta usada se observó un incremento de 2.5 veces ($p>0.05$) comparados con el grupo control (véase figura 3). El control positivo (H_2O_2 30 mM) mostró un incremento de 9 veces respecto al grupo control.

Efecto del CdCl_2 sobre el daño al ADN espermático

Se evaluó el daño al ADN generado por la exposición a CdCl_2 a través del ensayo cometa bajo condiciones alcalinas (pH 13). Se observaron rupturas en el ADN en los espermatozoides colectados a ambas dosis, siendo el daño más marcado a la dosis de 3.2 $\mu\text{Mol/kg/3er d/5d}$, con respecto al grupo control (datos no mostrados).

Discusión

En este estudio se observaron los efectos a nivel reproductivo en ratones macho por la exposición a CdCl_2 vía oral a dosis de relevancia biológica (1.6 y 3.2 $\mu\text{Mol/kg/3er/5d}$ de CdCl_2). Con el conocimiento de que la contaminación por Cadmio es alta en Taxco de Alarcón, Gro. y en donde en algunas comunidades la población utiliza los lixiviados como una fuente alternativa de agua para uso doméstico durante las estaciones secas (invierno/primavera), de acuerdo con Talavera-Mendoza, Armienta Hernández, Abundis y Mundo (2006). Sumado a que la susceptibilidad de ciertas etapas de la espermatogénesis puede verse afectada exposición a metales pesados, el presente estudio, evaluó los efectos del cadmio sobre la calidad, daño oxidativo y genético en células espermáticas de ratones macho ICR-CD1 expuestos a CdCl_2 . Los resultados obtenidos nos indican que a partir de dosis muy bajas de CdCl_2 se observaron alteraciones en los parámetros de calidad espermática, aunque las alteraciones en la calidad fueron mayores a la dosis más alta (viabilidad>motilidad>morfología). Los ratones expuestos a la dosis de 3.2 $\mu\text{Mol/kg/3er d/5d}$ de CdCl_2 tuvieron una reducción en el peso corporal, así como un incremento en el peso relativo de los testículos, aunque el peso de los testículos se vio afectado de igual manera a la dosis bajas comparado con el control. Esto se relaciona con el trabajo de Sadik (2008), donde mostró que el cadmio afecta varios tejidos y órganos como los testículos y que su efecto nocivo sobre estos últimos es en la degeneración de la célula germinal y defectos en la esteroidogénesis testicular.

Existen otros reportes que indican la disminución

Tabla 1. Efecto de la exposición al CdCl₂ sobre el peso corporal y relativo de los órganos a dosis de 1.6 y 3.2 µMol/kg/3er d/5d sacrificados 24-hpt.

Grupo	Peso corporal	Pesos relativos (%)					
		Hígado	Riñón	Testículos	Vesículas seminales y Glándulas coagulantes	Próstata	Bazo
Control	43.48±2.29	5.74±0.68	1.67±0.31	0.59±0.13	0.76±0.15	0.025±0.002	0.34±0.11
1.6 µMol/kg/3 ^{er} d/5d	42.65±3.92	5.62±0.39	1.56±0.15	0.75±0.19*	0.67±0.11	0.026±0.002	0.31±0.11
3.2 µMol/kg/3 ^{er} d/5d	39.43±1.79*	5.45±0.25	1.51±0.34	0.72±0.09*	0.72±0.12	0.025±0.001	0.39±0.15

Se presenta la media±DS (n=3 controles, n=3 tratados por dosis por experimento). *p<0.05 comparado con respecto al grupo control, de acuerdo a la prueba de *t* de Student. 2 experimentos independientes. hpt= horas post-tratamiento.

en la motilidad espermática por exposición a CdCl₂, en donde puede explicarse los efectos de esta exposición sobre los microtúbulos, ya que estudios previos refieren que el cadmio inhibe el deslizamiento de microtúbulos en el espermatozoide (Kanous, Casey y Lindemann, 1993), ya que el cadmio compite con el calcio para la unión calmodulina, siendo esta importante para la motilidad y de igual manera impacta en la viabilidad espermática tal y como lo reportaron Leoni, Bogliolo, Deiana, Berlinguer, Rosati y Pintus (2002), ya que la exposición a 2 y 20 µM de cadmio afecta la viabilidad de los espermatozoides. Por su parte Oliveira, Spano, Santos y Pereira (2009) reportaron que ratones administrados a una sola dosis de 1-3 mg/kg/S.C. (vía subcutánea) de CdCl₂ y sacrificados a las 24h y 35d, mostraban incrementos en las alteraciones de calidad espermática (morfología y motilidad). Con respecto a las alteraciones sobre la morfología espermática se observaron alteraciones principalmente de cabeza; mientras que los resultados sobre el daño oxidativo de la membrana espermática mostró un incremento significativo solo a la dosis

de 3.2 µMol/kg/3er d/5d de 2.5 veces (p>0.05), comparado con el grupo control. Esto se relaciona por lo reportado por Ige, Olaleye, Akhigbe, Oyekunle y Udoh (2013) en donde la administración de dosis únicas de CdSO₄ y sacrificados al 3er día de administración, mostró una disminución de la morfología espermática, así como un daño testicular, relacionándolo con un incremento del estado de lipoperoxidación de las células testiculares.

Estudios *in vitro* e *in vivo* han demostrado que el cadmio induce el estrés oxidativo debido a las especies de oxígeno reactivo [ROS] de acumulación, en su mayoría de aniones superóxido radical, peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo (Waisberg, Joseph, Hale, y Beyersmann, 2003). ROS puede afectar la motilidad espermática por la peroxidación de los lípidos de la membrana la reducción de la fosforilación de proteínas axonemal o mediante la reducción de los niveles de ATP; así como el daño al ADN espermático, ya que se ha reportado que el cadmio es capaz de inhibir la condensación de la cromatina espermática, tal y como lo describen Monsefi, Alae, Mo-

Tabla 2. Principales alteraciones morfológicas observadas en los grupos expuestos a CdCl₂ y grupo control.

Grupo	Cabeza anormal	Cola anormal	Parte media anormal	Normales
Control	4.08±1.56	---	1.06±0.66	94.83±1.75
1.6 µMol/Kg/3 ^{er} d/5d	7±2.73*	0.2±0.45	1.8±0.45*	91±2.12
3.2 µMol/Kg/3 ^{er} d/5d	7.67±2.58*	0.17 ±0.41	1.5±1.05	90.67±2.80

Se presenta la media ± DE entre las dosis de CdCl₂

radshahi y Rohani (2009), en donde en los espermatozoides maduros el ADN se fragmenta como resultado de una mala condensación de la cromatina.

Conclusión

Este trabajo subraya que la exposición al CdCl₂ a dosis de 1.6 y 3.2 µMol/Kg/3^{ct}d/5d, además de ser altamente tóxico para la espermatogénesis del ratón, se ve reflejado en la variedad de los parámetros funcionales espermáticos afectados: motilidad, vitalidad y morfología, sugiriendo que estos parámetros son sensibles a la toxicidad del cadmio. Además, la fragmentación de ADN espermático que se produjo en este momento aumenta las posibilidades de poner en riesgo el éxito de la fertilización del óvulo y el posterior desarrollo del embrión.

Referencias

- Adler, I. D. (1996). Comparison of the duration of spermatogenesis between male rodents and humans. *Mutation Research*. 352, 169-172.
- Armienta, M., Talavera, O. y Barrera, M. (2003). Geochemistry of Metals from Mine Tailings in Taxco, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 71, 387-393.
- Benoff, S., Jacob, A. y Hurley, I. (2000). Male infertility and environmental exposure to lead and cadmium. *Human Reproduction Update*. 6, 107-121.
- Carlsen, E., Giwercam, A., Keiding, N. y Skakkebaek, N. (1992). Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *British Medical Journal*. 305, 609-613.
- Goyer, R. A., Liu, J. y Waalkes, M. P. (2004). Cadmium and cancer of prostate and testis. *Biometals*, 17, 555-558.
- Ige, S., Olaleye, S., Akhigbe, R., Oyekunle, O. y Udoh, U. (2013). Testicular toxicity and sperm quality following cadmium exposure in rats: Ameliorative potentials of Allium cepa. *Journal of Human Reproductive Sciences*. 5, 37-41.
- Kanous, K., Casey, C. y Lindemann, C. (1993). Inhibition of microtubule sliding by Ni²⁺ and Cd²⁺ evidence for a differential response of certain microtubule pairs within the bovine sperm axoneme. *Cell Motility and the Cytoskeleton*, 26, 66-76.
- Koizumi, T. y Li, Z.G. (1992). Role of oxidative stress in single-dose, cadmium-induced testicular cancer. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 37, 25-36.
- Leoni, G., Bogliolo, L., Deiana, G., Berlinguer, F., Rosati, I. y Pintus, P. (2002). Influence of Cadmium exposure on in vitro ovine gamete dysfunction. *Reproductive Toxicology*. 16, 371-7.
- Moline, J. M., Golden, A. L., Bar-Chama, N., Smith, E., Rauch, M. E., Chapin, R. E., Perreault, S. D., Schrader, S. M., Suck, W. A. y Landrigan, P. J. (2000). Exposure to hazardous substances and male reproductive health: a research framework. *Environmental Health Perspectives*. 108, 803-813.
- Monsefi, M., Alae, S., Moradshahi, A. y Rohani, L. (2010). Cadmium-induced infertility in male mice. *Environmental Toxicology*. 25, 94-102.
- Moreno, M. E., Acosta-Saavedra, L. C., Meza-Figueroa, D., Vera, E., Cebrian, M. E., Ostrosky-Wegman, P. y Calderon-Aranda E.S. (2010). Biomonitoring of metal in children living in a mine tailings zone in Southern Mexico: A pilot Study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213, 252-258.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (1999). *Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio*. SAGARPA
- Oliveira, H., Spano, M., Santos, C., Pereira, M. (2009). Adverse effects of cadmium exposure on mouse sperm. *Reproductive Toxicology*. 28, 550-555.
- Organización Mundial de la Salud. (1992). Environmental Health Criteria 134. *Cadmium, International Programme on Chemical Safety (IPCS)*, Geneva.
- (2010). *Manual de laboratorio de la Organización Mundial de la Salud para el examen del semen humano y de la interacción entre el semen y el moco cervical*. Editorial Médica Panamericana. 6^a. Edición. Nueva York.
- Sadik, N. A. (2008). Effects of diallyl sulfide and zinc on testicular steroidogenesis in cadmium-treated male rats. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 22, 345-353.
- Siu, E. R., Mruk, D. D., Porto, C. S. y Cheng, C. Y. (2009). Cadmium-induced testicular injury. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 238, 240-249.
- Talavera Mendoza, O., Armienta Hernández, M. A., Abundis, J. G. y Mundo, N. F. (2006). Geochemistry of leachates from the El Fraile sulfide tailings piles in Taxco, Guerrero, Southern Mexico. *Environmental Geochemistry and Health*. 28, 243-55.
- Talavera-Mendoza, O., Yta, M., Moreno-Tovar, R., Dótor-Almazán, A., Flores-Mundo, N. y Duarte-Gutiérrez, C. (2005). Mineralogy and geochemistry of sulfide-bearing tailings from silver mines in the Taxco, Mexico area to evaluate their potential environmental impact. *Geofísica Internacional*, 44, 49-64.
- Urióstegui-Acosta, M., Hernández-Ochoa, I., Solís-Heredia, M. D., Martínez-Aguilar, G. y Quintanilla-Vega, B. (2012). Comparative effect of technical and commercial formulations of methamidophos on sperm quality and DNA integrity in mice. *Environmental Toxicology*. En prensa.
- Waisberg, M., Joseph, P., Hale B., Beyersmann, D. (2003) Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology*, 192: 95-117.
- Wyrobek, A. J., Meistrich, M. L., Furrer, R., Bruce, W. R. (1983). Physical characteristics of mouse sperm nuclei. *Biophysical Journal*, 16, 811-825.
- Zhang, W. C., Jia, H. M. (2007). Effect and mechanism of cadmium on the progesterone synthesis of ovaries. *Toxicology*, 239, 204-212.



Expresión diferencial de proteínas en el estómago de la chinche *Meccus pallidipennis*, vector de la enfermedad de Chagas

Jorge Isidoro Sotelo Cano¹
 Alejandro Millán Vega¹
 Eduardo Castañeda Saucedo¹
 Donaciano Flores Robles¹
 José Lino Zumaquero Ríos²
 José Alejandro Martínez Ibarra³
 Pável Sierra Martínez^{1*}

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Laboratorio de Control Biológico, Unidad de Investigación Especializada en Microbiología (UIEM). Calle sin Nombre No. 13, Col. Las Colinas, C.P. 39105, Petaquillas, Guerrero. Tel: 7471224631

²Laboratorio de Parásitos y Vectores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Puebla. Puebla. México.

³Universidad de Guadalajara. Área de Entomología Médica, Centro Universitario del Sur, Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

*Autor de correspondencia
pavelierra6@hotmail.com

Resumen

Meccus pallidipennis son insectos del orden Hemiptera y son vectores de la enfermedad de Chagas. Estos insectos son hematófagos estrictos y su sistema digestivo está dividido en tres regiones: anterior (estómago), media y posterior. Hasta el momento no se han identificado proteínas en el estómago de estos organismos involucradas en la digestión de la sangre que ingieren durante su alimentación. En este trabajo, mediante estrategias proteómicas se identificaron un grupo de proteínas que mostraron expresión diferencial en los diferentes tiempos analizados. Se utilizaron estómagos de machos alimentados con sangre de conejo para ser analizados a los 7 y 70 días postalimentación. Las proteínas totales fueron separadas por electroforesis bidimensional en geles al 10%. Se encontraron 7 "spots" en el día 7 postalimentación que no se encuentran en el día 70 que representa el ayuno prolongado.

Palabras clave: electroforesis bidimensional, *Meccus pallidipennis*, proteómica, hematofagia

Abstract

Meccus pallidipennis are insects belonging to the Hemiptera order and they are known as vectors of Chagas disease. These insects are strictly hematophagous and their digestive system is divided into three regions: anterior (stomach), middle and posterior. So far, no proteins ingested during their feeding and involved in digestion of blood have been identified within the stomach of these organisms. In this study, by means of proteomic strategies, a group of proteins that showed differential expression were identified. Using stomachs of males that fed with rabbit blood, this group of proteins were analyzed at 7 and 70 days post-feeding. Total of proteins were separated by two-dimensional electrophoresis in 10% gels. 7 "spots" were found on day 7 of post-feeding that were not found on day 70, which represents prolonged fasting.

Keywords: two-dimensional electrophoresis, *Meccus pallidipennis*, proteomics, hematophagy

Como citar el artículo:

Sotelo Cano, J. I., Millán Vega, A., Castañeda Saucedo, E., Flores Robles, D., Zumaquero Ríos, J. L., Martínez Ibarra, J. A. y Sierra Martínez, P. (2017). Expresión diferencial de proteínas en el estómago de la chinche *Meccus pallidipennis*, vector de la enfermedad de Chagas. *Tlamati*, 8(2), 23-26.

Introducción

Los triatominos son insectos hematófagos capaces de transmitir el parásito *Trypanosoma cruzi*, agente causal de la enfermedad de Chagas. En México se han identificado al menos 34 especies de triatominos; de estas, 6 son consideradas dentro del complejo *Phyllosoma*, que en conjunto son responsables de aproximadamente el 74% de la transmisión vectorial (Santos, Ribeiro, Lehane, Figueiredo Gontijo, Botelho Veloso, Sant'Anna, Nascimento Araujo, et al. 2007).

Estos insectos presentan un desarrollo hemimetabólico o metamorfosis incompleta con fases de huevo, cinco estadios ninfales y adulto. Todos los estadios ninfales y adultos de ambos sexos son hematófagos estrictos. A nivel de digestión se requiere de una serie de adaptaciones fisiológicas para los hematófagos obligados, debido a que la sangre es una fuente nutricionalmente rica, pero es altamente alcalina, y muchas de las proteínas están dentro de las células sanguíneas, por lo que estos insectos requieren una hemolisina para lisar estas células y un sistema para acidificar la sangre ingerida antes de poder ser digerida. Estos insectos deben hacer uso de catepsinas como proteasas, las cuales generalmente solo son activas a pH ácido (Schofield, 2000). Durante la hematofagia la sangre es bombeada de los vasos sanguíneos del hospedero hacia el canal alimentario de los triatominos por medio de movimientos contráctiles de un complejo de músculos presentes en la cabeza del insecto. Parte de la saliva secretada durante la alimentación es ingerida con la sangre favoreciendo la alimentación evitando la formación de coágulos en el tracto intestinal

(Paim, Araújo, Soares, Dhom, Tanaka, Gontijo, Lehane, et al., 2011). Una vez que los triatomas han ingerido sangre, esta permanece sin ser digerida en el estómago, como es conocida la región anterior del intestino, el cual está dividido en tres regiones: anterior, medio y posterior.

Se han identificado proteínas implicadas en la digestión de la sangre en la porción digestiva del intestino. Sin embargo, hasta el momento no se han descrito proteínas que estén involucradas en el proceso de digestión de la sangre en el estómago de estos organismos. En este trabajo, mediante el uso de un enfoque proteómico, se identificaron proteínas que presentaron un patrón de expresión diferencial en el estómago de *Meccus pallidipennis* durante la hematofagia. Estos resultados servirán para comprender mejor el proceso de la hematofagia, así como para conocer que moléculas pueden ser utilizadas como blanco para el desarrollo de estrategias de control biológico en estos organismos.

Materiales y métodos

Insectos

M. pallidipennis fueron proporcionados por el Laboratorio de Parásitos y Vectores de la escuela de Biología dependiente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y del Área de Entomología Médica, Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. Se utilizaron 90 machos adultos que se alimentaron con sangre de conejo durante 20 minutos al inicio del estudio, para posteriormente ser sacrificados a los 7 y 70 días postalimentación, descartando los que no se alimentaron. El estómago

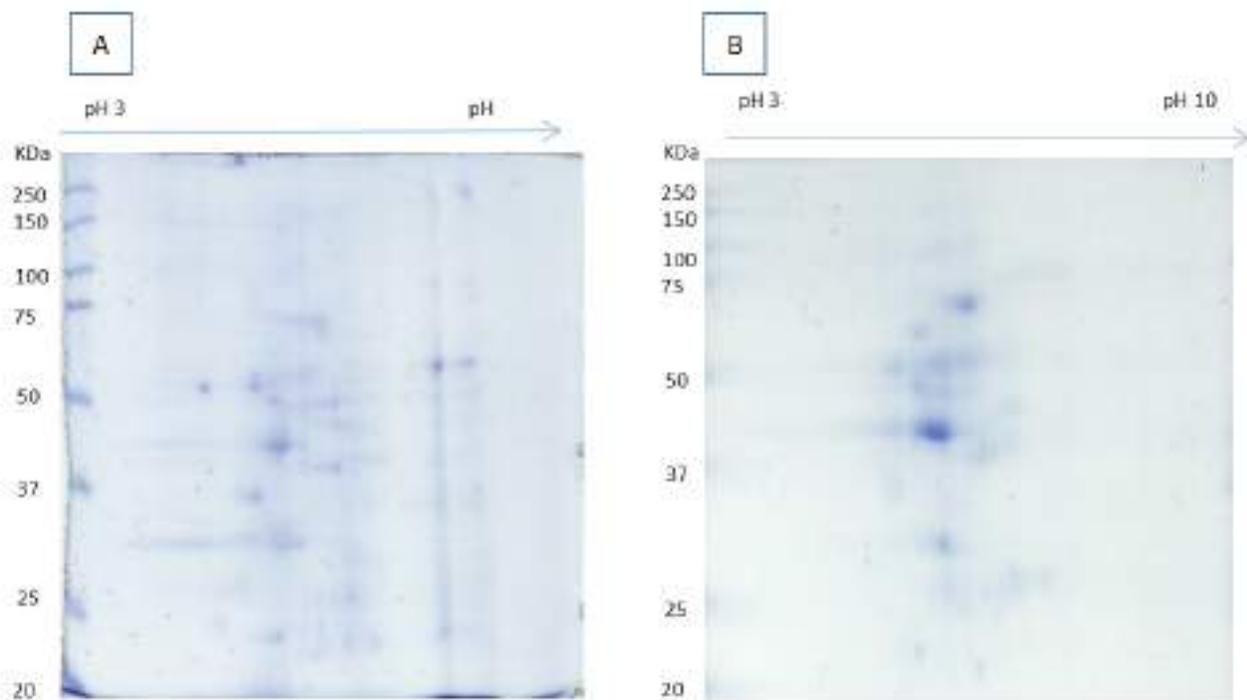


Figura 1.- Perfil proteómico de extractos de proteínas totales del estómago de *M. pallidipennis*. Electroforesis bidimensional usando un gradiente de pH lineal de 3 a 10 en geles de poliacrilamida al 10 %. A) Perfil proteómico del estómago a los 7 días postalimentación. B.- Perfil proteómico a los 70 días. Tinción Azul de Coomassie G -250.

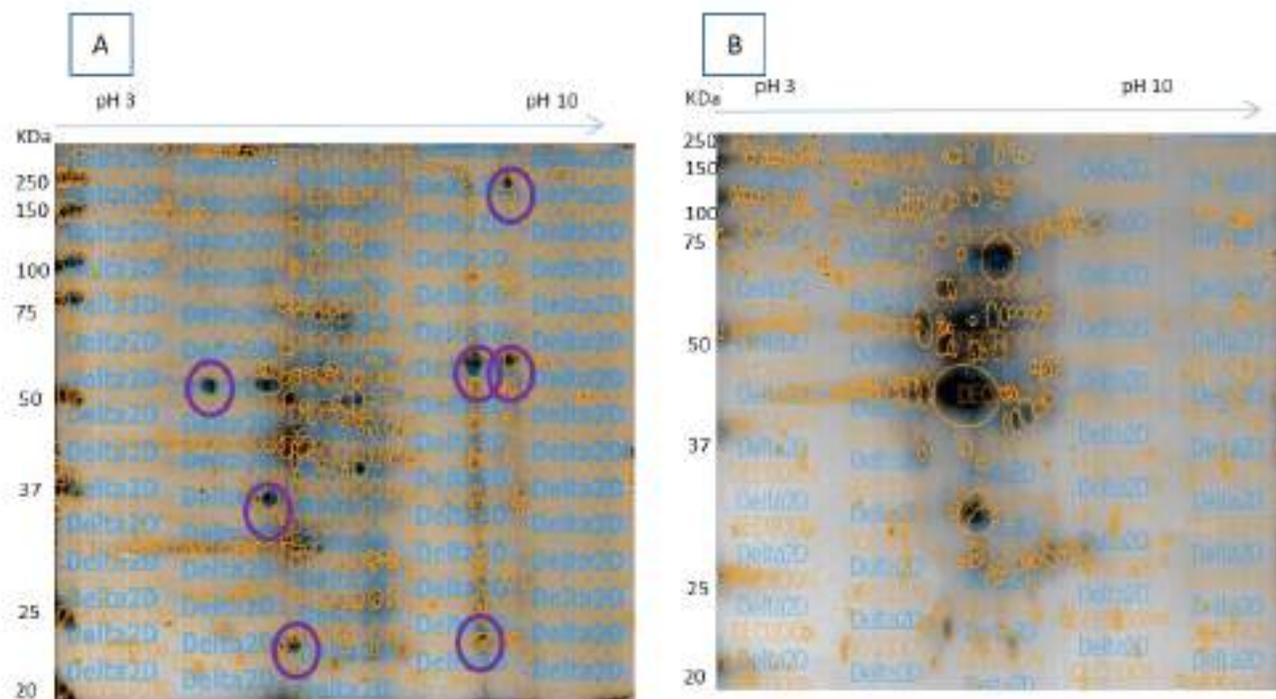


Figura 2.- Comparación de los perfiles proteómicos de extractos de proteínas totales del estómago de *M. pallidipennis* a los 7 y 70 días postalimentación realizados como se describe anteriormente. A) Perfil proteómico a los 7 días. B) Perfil proteómico a los 70 días. Se señalan con un círculo morado los spots presentes únicamente en el día 7 postalimentación.

se colocó en una caja de Petri y se agregaron 5 mL de PBS frío 1X pH 7.4 para eliminar los restos de sangre. Los estómagos se guardaron en un tubo Eppendorf junto con 1 mL de PBS 1x pH 7.4 y se almacenaron -20°C hasta su uso.

Extracción de proteínas.

Se agregó 1 mL de PBS frío 1X pH 7.4 junto con 5 mL de regulador de lisis frío (250 mM sacarosa, 2 mM KH_2PO_4 , 8 mM K_2HPO_4 , 1 mM EDTA) (Fruttero, Rubiolo y Canavoso 2009) y una solución de inhibidores de proteasas (IA 10 mM, PMSF 10mM, TLCK 10mM, NEM 10 mM; SIGMA) a los estómagos, posteriormente fueron macerados en un tubo Eppendorf con un pistilo homogenizador de plástico y estéril, dando golpes durante 5 minutos. El homogenado celular se guardó a -20°C hasta su uso.

Cuantificación de proteínas.

Las proteínas se cuantificaron utilizando el método de Bradford (Bradford, 1976)

Electroforesis 2-D en geles de poliacrilamida (PAGE-SDS).

Isoelectroenfoque

Se utilizaron 150 μg de proteína por muestra y fueron resuspendidas en 150 μL de un tampón de rehidratación compuesto de urea 9 M, 4% p/v CHAPS, Tris base 10 mM, 1,2% v/v agente reductor, 1% v/v anfolitos y trazas de azul de bromofenol. Se utilizaron tiras IPG de 7 cm con

intervalo de pH 3-10 lineal, las tiras fueron rehidratadas por 1 hora en una bandeja de cerámica, posteriormente se colocaron en una unidad "Bio-Rad PROTEAN IEF cell" donde se realizó el isoelectroenfoque a 20°C , de acuerdo con el siguiente programa: 20 min a 250 V, 2 horas a 4000 V, y a 4000 Volts hora hasta alcanzar los 10000 V/h totales.

Equilibrio

Tras el isoelectroenfoque y previo a la separación de las proteínas mediante SDS-PAGE, las tiras IPG fueron equilibradas en un tampón compuesto de Tris-HCl 1,5 M pH 8,8, urea 6 M, 30% v/v glicerol, 2% p/v SDS y trazas de azul de bromofenol, realizándose en dos pasos, empleando en cada uno 5 mL de solución de equilibrado por tira; en el primero de ellos se añade al tampón de equilibrado descrito anteriormente un 1% p/v de DTT, permaneciendo en esta solución durante 20 minutos en agitación y a temperatura ambiente. En el segundo paso se añade un 2,5% p/v de iodoacetamida al tampón de equilibrado, repitiéndose la incubación de 20 minutos en agitación a temperatura ambiente, una vez finalizado el procedimiento de equilibrado se realiza un lavado con agua bidestilada.

2a Dimensión

Una vez preparados los geles al 10%, cada tira IPG se colocó sobre la superficie de un gel. Para fijar ambos se agregó una solución de agarosa 0,5% (p/v). La electroforesis tiene lugar a 25°C , aplicando 180 v durante 60 minutos aproximadamente. Al finalizar los geles fueron teñidos con Azul de Coomassie.

Análisis de geles SDS-PAGE en 2D

La evaluación de las diferencias en la expresión de proteínas (densidad de spots) se realizó mediante el software de análisis de imágenes: Delta 2D, versión 4.3, considerándose la expresión de proteínas significativamente diferente cuando $p < 0.05$ y los cambios en la expresión fueron $< \text{ó} >$ a 1.5 veces.

Resultados

Hasta el momento se ha reportado que en los triatomas al ingerir sangre, esta permanece sin ser digerida en el estómago, considerándose a este órgano como un sitio exclusivamente de almacenamiento (Kollien y Billingsley, 2002), en el trabajo realizado por Silva, Mury, Oliveira, Oliveira, Silva y Dansa-Petretski en 2007 en el que analizan la formación de la membrana perimicrovellosa a diferentes días después de la ingesta de sangre, reportan que el ciclo digestivo en estos insectos comprende aproximadamente 21 días, tiempo en el cual degradan toda la sangre ingerida. En la figura 1 se muestran los perfiles proteicos obtenidos a los 7 y 70 días postalimentación mediante electroforesis bidimensional.

Al realizar el empalme y análisis informático de las imágenes obtenidas de los 2 tiempos postalimentación se encontró un patrón de 7 “spots” (véase figura 2), que presentan una expresión diferencial, encontrándose únicamente en este tiempo postalimentación el cual corresponde a los días en que el estómago del insecto se encuentra abundante en contenido y procesando el alimento ingerido. No se observaron los mismos “spots” en tiempo posterior correspondiente a los 70 días, tiempo en el cual el insecto ha transcurrido por un largo periodo de ayuno y debería de carecer de proteínas relacionadas con su alimentación en el sistema digestivo.

Discusión y conclusiones

Por muchos años el control de estos organismos se ha basado en la utilización de pesticidas, lo cual ha originado que estos insectos desarrollen resistencia y aun no se ha podido evitar su proliferación, siendo lo más grave la contaminación ambiental que ha originado (Mehlhorn, Al-Rasheid, Al-Quraishy y Abdel-Ghaffar, 2011). Actualmente se necesitan realizar más estudios en áreas como son: la captación y propagación de agentes de enfermedades por parte de los vectores cuando estos ingieren o chupan sangre; investigación biológica molecular y genética sobre la relación entre las especies de vectores, así como el desarrollo de nuevos métodos de control biológico. Existen trabajos concretos relacionados con estrategias de combate en contra de algunos vectores, como la garrapata y la pulga donde se describe la posibilidad de utilizar proteínas propias del sistema digestivo del vector como inductor de la respuesta inmune en el hospedador (Loew-Baselli, Poellabauer, Pavlova, Fritsch, Firth, Petermann, Barrett y Ehrlich, 2011).

En el presente trabajo se muestra información que apoya la idea de que el estómago de *M. pallidipennis* juega un papel importante en la digestión de la sangre ingerida y no es únicamente un sitio de almacenamiento como ha sido reportado hasta el momento (Kollien y Billingsley, 2002; Balczun, Siemanowski, Pausch, Helling, Marcus, Stephan,

Meyer et al., 2012). Se observó un patrón de 7 “spots” con una expresión diferencial que representan proteínas que se están expresando únicamente en el tiempo en el que el estómago de este insecto contiene sangre. Las proteínas diferenciales posteriormente serán identificadas por espectrometría de masas. Estas moléculas podrían ser candidatas para utilizarlas como blanco para el desarrollo de estrategias de control biológico en estos organismos.

Referencias

- Balczun, C., Siemanowski, J., Pausch, J. K., Helling, S., Marcus, K., Stephan, C., Meyer, H. E., Schneider, T., Cizmowski, C., Oldenburg, M., Höhn, S., Meiser, C. K., Schuhmann, W. y Schaub, G. A. (2012). Intestinal aspartate proteases TiCatD and TiCatD2 of the hematophagous bug *Triatoma infestans* (Reduviidae): Sequence characterization, expression pattern and characterization of proteolytic activity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 42, 240-250.
- Bradford, M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochem.* 72, 248-254.
- Fruttero L. L., Rubiolo, E. R. y Canavoso, L. E. (2009). Biochemical and cellular characterization of lipophorin-midgut interaction in the hematophagous *Panstrongylus megistus* (Hemiptera: Reduviidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 39, 322-331.
- Kollien, A. H. y Billingsley, P. F. (2002). Differential display of mRNAs associated with blood feeding in the midgut of the bloodsucking bug, *Triatoma infestans*. *Parasitology Research*. 88(12), 1026-33.
- Loew-Baselli, A., Poellabauer, E. M., Pavlova, B. G., Fritsch, S., Firth, C., Petermann, R., Barrett, P. N. y Ehrlich, H. J. (2011). Prevention of tick-borne encephalitis by FSME-IMMUN(®) vaccines: Review of a clinical development programme. *Vaccine*. 29(43), 7307-7319.
- Mehlhorn, H., Al-Rasheid, K., Al-Quraishy, S. y Abdel-Ghaffar, F. (2011). Research and increase of expertise in arachno-entomology are urgently needed. *Parasitology Research*. 110(1), 259-65.
- Paim, R. M., Araújo, R. N., Soares, A. C., Dhom, L. C., Tanaka, A. S., Gontijo, N. F., Lehane, M. J. y Pereira, M. H. (2011). Influence of the intestinal anticoagulant in the feeding performance of triatomine bugs (Hemiptera; Reduviidae). *International Journal for Parasitology*. 41, 765-773.
- Santos, A., Ribeiro, J. M. C., Lehane, M. J., Figueiredo Gontijo, N., Botelho Veloso, A., Sant'Anna, M. R. V., Nascimento Araujo, R., Grisard, E. C. y Pereiraa, M. H. (2007). The sialotranscriptome of the blood-sucking bug *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera, Triatominae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 37(7), 702-12.
- Schofield, C.J. (2000). *Trypanosoma cruzi*. The Vector-parasite Paradox. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 95(4), 535-544.
- Silva, J. R., Mury, F. B., Oliveira, M. F., Oliveira, P. L., Silva, C. P. y Dansa-Petretski M. (2007). Perimicrovillar membranes promote hemozoin formation into *Rhodnius prolixus* midgut. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 37(6), 523-31.



Avances de la evaluación de la eficiencia de trampas hidroggeoquímicas establecidas para neutralizar los metales pesados generados por los lixiviados en los jales El Fraile, en Taxco, Guerrero, México

Elvia Díaz Villaseñor^{1*}
Oscar Talavera Mendoza¹
María Laura Sampedro Rosas²
Jazmín A. López Díaz¹
Alejandro H. Ramírez Guzmán¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias de la Tierra. Exhacienda San Juan Bautista s/n, Taxco el Viejo, Guerrero, México. C. P. 40323.

²Universidad Autónoma de Guerrero Unidad Académica de Desarrollo Regional. Acapulco, Gro.

*Autor de correspondencia
elviadvilla@hotmail.com

Resumen

Se presentan los avances de la evaluación la eficiencia de las trampas hidroggeoquímicas establecidas por la Compañía Industrial Minera México para neutralizar las altas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos que se generan de los lixiviados de los jales El Fraile, municipio de Taxco, Guerrero, México. Se tomaron muestras en las entradas y salidas de cada una de las trampas hidroggeoquímicas. Se determinaron las características físico-químicas y concentración de metales en cada una de las muestras a fin de evaluar su comportamiento en diferentes épocas del año. De igual manera, se compararon las concentraciones de los parámetros medidos con los límites permisibles en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA-1 para agua de uso y consumo humano, debido a que los habitantes del poblado de Santa Rosa utilizan los lixiviados para consumo doméstico.

Se encontró que la temperatura de las muestras corresponde a la temperatura media del lugar, los valores de pH son de muy ácidos hasta ligeramente alcalinos. La conductividad eléctrica es elevada, mientras que el Eh es indicativo de ambientes desde reductores hasta oxidantes. Las concentraciones de sulfatos son elevadas en todas las muestras y todos los muestreos, los cloruros y nitratos son muy bajos, a diferencia del Flúor que en la mayoría de las muestras sobrepasa la norma oficial para agua de consumo Humano. De igual manera se encontraron concentraciones altas de As, B, Ba, Cd, Fe, Mn y Zn. El plomo solo se encontró en dos muestras.

Palabras clave: trampas hidroggeoquímicas, lixiviados, jales

Como citar el artículo:

Díaz Villaseñor, E., Talavera Mendoza, O., Sampedro Rosas, M. L., López Díaz, J. A. y Ramírez Guzmán, A. H. (2017). Avances de la evaluación de la eficiencia de trampas hidroggeoquímicas establecidas para neutralizar los metales pesados generados por los lixiviados en los jales El Fraile, en Taxco, Guerrero. *Tlamati*, 8(2), 27-36.

Abstract

Prior evaluation about efficiency of hydrogeochemical traps established by the Industrial Minera Company México in order to neutralize high concentrations of potentially toxic elements generated from the leachates of El Fraile, municipality of Taxco, Guerrero, Mexico. Samples were taken at the entrances and exits of each of the hydrogeochemical traps. Physical-chemical characteristics and concentration of metals in each of samples were determined in order to evaluate their behavior at different times of the year. Likewise, concentrations of measured parameters were compared with permissible limits in Official Mexican Standard 127 SSA-1 for water of human using and consumption, because inhabitants of the town of Santa Rosa regularly use leachates for domestic consumption. It was found that temperature of samples corresponds to average temperature of the place, pH values varies from very acidic to slightly alkaline. Electrical conductivity is high, while Eh measure is indicative of environments from reducers to oxidants. Sulfate concentrations are high in all samples and chlorides and nitrates are very low, unlike fluoride which in most samples exceeds the official standard for human drinking water. In the same way, high concentrations of As, B, Ba, Cd, Fe, Mn and Zn were found. Lead was only found in two samples.

Keywords: hydrogeochemical traps, leachates, tailings

Introducción

Los jales El Fraile, localizados en el Distrito Minero de Taxco, al norte del Estado de Guerrero son desechos sólidos constituidos por partículas de materiales que resultan de la explotación y beneficio de depósitos minerales provenientes de la explotación de yacimientos hidrotermales de sulfuros de plomo (galena) y zinc (esfalerita) asociados con sulfuros de hierro (pirita, pirrotita y calcopirita), que se beneficiaron por el método de flotación selectiva, en la hoy inactiva planta de Beneficio de El Fraile (Martín-Romero, 2004).

De acuerdo con Ritcey (1989) la inestabilidad de los minerales sulfurados en medios oxidantes, concretamente de la pirita, produce la oxidación de éstos, generando un medio ácido, el cual en presencia de agua, produce el llamado drenaje ácido de mina [DAM] que se caracteriza por tener valores de $\text{pH} < 2.0$ y Eh reductores, generalmente < 0.08 Mv así como altas concentraciones de SO_4^{-2} , Fe, Mn, Cu, Zn, As, Al, Ca, Mg, entre otros elementos. En muchos casos los depósitos de jales, contienen minerales como la calcita y otros elementos carbonatados. Estos minerales juegan un papel muy importante en los procesos de neutralización del DAM y en la retención de metales. Al respecto, la calcita presenta un alto potencial de neutralización de soluciones ácidas y es la responsable de la retención de metales en depósitos poco oxidados (Jambor y Owens, 1993). Como resultado de la neutralización del DAM es la producción de lixiviados, productos finales resultantes de un conjunto de procesos que incluyen la oxidación, solubilización, precipitación y absorción. Los lixiviados se caracterizan por presentar valores de pH casi neutros (6 a 8) y valores de Eh variables pudiendo ser reductores u oxidantes, con altas concentraciones de SO_4^{-2} . Las concentraciones de metales son mucho menores que en el DAM, pero mucho más elevadas que las concentraciones encontradas en aguas superficiales y subterráneas. Los lixiviados provenientes de jales El Fraile, son utilizados por los habitantes de las comunidades cercanas como agua de uso y consumo humano, principalmente en el secano, ante el desconocimiento de la problemática que implica utilizar el agua con altas concentraciones de elementos potencialmente

tóxicos.

En los últimos años se han realizado diversos estudios en esta región de Taxco y sus alrededores (Castro-De Dios, 2002; Flores-Mundo, 2002; Martín-Romero, 2004; Talavera, Yta, Moreno Tovar, Dótor Almazan, Flores Mundo y Duarte Gutiérrez, 2005; Díaz Villaseñor y Talavera Mendoza, 2006; Galarza-Brito, 2009) en el agua, suelo, sedimentos y plantas donde se han detectado altas concentraciones de metales tóxicos, relacionado con los desechos mineros.

Debido a lo anterior, la Compañía Industrial Minera México, se dio a la tarea de construir 3 trampas geoquímicas y un humedal, aprovechando los materiales rocosos de la región, con la finalidad de neutralizar los elementos potencialmente tóxicos generados por los jales El Fraile.

Ubicación del área de estudio

Los jales El Fraile se ubican aproximadamente a 7 km al SW de la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero, y comprenden una superficie aproximada de 10 km^2 . Geográficamente, el área se encuentra entre los paralelos $18^\circ 30'$ y $18^\circ 35'$ de Latitud Norte y entre los $99^\circ 35'$ y $99^\circ 40'$ de Longitud Oeste (véase figura 1).

El acceso a los jales El Fraile es por la carretera Federal No. 95, que une la ciudad de Taxco de Alarcón con la Ciudad de Iguala, Gro. Partiendo de Taxco, unos 10 Km al Sur de la ciudad se desprende un camino empedrado transitado todo el año, que conduce a los poblados de Dolores (≈ 2 km de distancia al SE), Santa Rosa (1 km al SE), El Fraile (≈ 100 m) y Cacalotenango (≈ 3 km al NW), todos correspondientes al municipio de Taxco.

Descripción de los jales El Fraile.

Se reconocen dos depósitos de jales en esta región, denominados "Fraile I" y "Fraile II". El Fraile I mide aproximadamente 470 m de largo, 372 m de ancho con una altura promedio de 60 m y fueron depositados en una extensión de 13.2 ha. El Fraile II tienen una extensión menor (6.8 ha), con aproximadamente 470 m de largo, 170 m de ancho y un espesor promedio de 30 m. Del área total ocupada por los jales (≈ 20 ha), las 2/3 partes corresponden al "vaso" (13.4 ha) y $\approx 1/3$ parte (6.6 ha) forman el "talud".

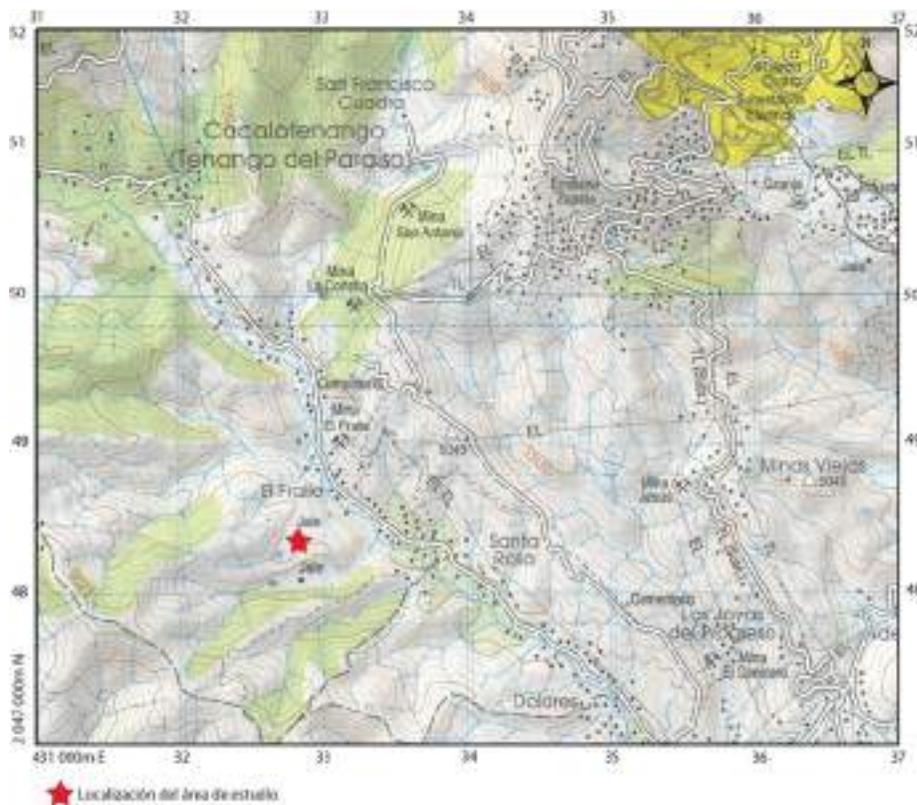


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. Elaborado a partir de base INEGI.

Ambos depósitos se encuentran sobre rocas de la formación Mexcala del Turoniano-Senoniano (Fries, 1960). Morfológicamente están dominados por partículas menores a las arenas medias. El color original de los jales es gris claro, sin embargo, actualmente la mayor parte de éstos es de coloración café amarillenta, debido a los procesos de oxidación a los que están expuestos y que forman una costra de aproximadamente de 2 a 5 cm. De igual manera, es común encontrar la formación de minerales secundarios (sulfuros) como precipitados de color blanco lechoso o amarillo.

La cima del depósito está cubierta de lutita de matriz calcárea. El talud de las dos unidades está expuesto al intemperismo y su coloración tiene tonalidades que varían entre café, amarillo y rojo. La vegetación dominante en la cima corresponde principalmente a *Acacia farnesiana* (conocido comúnmente como huizache). En cambio el vaso del depósito está parcialmente reforestado con vegetación autóctona que integra el paisaje natural.

Metodología

En el área de estudio se ubicaron cinco muestras que abastecen las trampas, las que llamaremos muestras de entrada y tres muestras de salida de las trampas hidrogeoquímicas. En cada sitio se tomaron las coordenadas UTM con un GPS marca Garmin, modelo GPSmap 60 CSx, y posteriormente se ubicaron en un mapa topográfico base Instituto Nacional de Geografía e Informática [INEGI]. Se realizaron tres muestreos (5 de noviembre 2013, 14 de enero, y 22 de marzo 2014). En cada sitio se tomaron dos alícuotas en botellas de polipropileno de alta densidad

(Nalgene), una de 1 L y otra de 0.5 L, previamente lavadas en el laboratorio con HNO₃ diluido al 10 % y agua desionizada y se ambientaron *in situ* para retirar cualquier residuo de ácido. La botella de 1 L se utilizó para la determinación de aniones. Para el análisis de cationes y metales traza se utilizó la de 0.5 L, la cual se le adicionaron 50 gotas de ácido nítrico Ultrex II, para evitar la precipitación de metales.

En cada sitio se determinaron la temperatura, pH, Eh y la conductividad eléctrica. El pH se midió con un pHmetro portátil Oakton pH/mV/°C, utilizando soluciones “buffer” de 4, 7 y 10 para su calibración. El Eh se midió con un equipo Cole-Parmer modelo waterproof ORPtestre Double Junction, calibrado con una solución Zobell con potencial rédox de 231 mV, a una temperatura de 25 °C. La conductividad se midió con un conductímetro Horiba Modelo ES-14 E con estabilización y compensación automática de temperatura. Todas las muestras colectadas fueron transportadas en una hielera al laboratorio, donde se almacenaron a una temperatura menor de 10 °C hasta su análisis correspondiente.

Trabajo de Laboratorio.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Geoquímica de la Unidad Académica de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Guerrero. Se determinaron las concentraciones de alcalinidad (Carbonatos (CO₃²⁻ y bicarbonatos (HCO₃⁻), por el método de titulación utilizando HCl 0.02 M, como titulante y fenolftaleína, verde de bromocresol y rojo de metilo como indicadores colorimétricos. El contenido de cloruros (Cl⁻) se cuantificó con la

Tabla 1. Parámetros físico-químicos medidos *in situ*, en las muestras de los jales El Fraile, municipio de Taxco, Guerrero (correspondiente a tres periodos de muestreo).

periodo	Primer periodo 5 de noviembre 2013				Segundo periodo 14 de enero 2014				Tercer periodo 22 de marzo 2014			
	Parámetro	T°	pH	Eh Real	Cond.	T°	pH	Eh Real	Cond.	T°	pH	Eh Real
Unidades	°C		mV	mS/cm ²	°C		mV	mS/cm ²	°C		mV	mS/cm ²
L.P.		6.5-8.5				6.5-8.5				6.5-8.5		
PT-JF-01	24	6.35	-52.8	2.6	23.3	6.46	-43.6	2.09	29.2	6.6	-167	1.40
PT-JF-02	22.6	6.6	98.55	2.34	24.1	6.92	146.2	2.27	30.7	6.7	138	2.31
PT-JF-03	23.2	6.88	117.4	2.02	22.3	7.13	167	2.18	27.1	6.81	185	2.33
PT-JF-04	25.2	6.69	-50	2.22	24.8	7.23	-56	2.64	28.5	7.11	-38.8	2.86
PT-JF-05	23.3	6.4	115.4	2.14	21	6.3	145	2.89	24.7	6.62	198	2.79
PT-JF-06	23.2	6.3	170.4	1.67	21.8	6.56	150.7	1.58	30.1	6.49	114	1.62
PT-JF-07	23.1	6.36	54.4	2.14	21.1	6.56	154.9	2.54	28.6	6.51	91.2	3.16
PT-JF-08	21.7	3.6	209.8	5.13	23.4	5.8	120.4	4.35	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

T° = Temperatura °C = Grados Celsius pH = Potencial hidrógeno Eh = Potencial de óxido reducción
 Cond. = conductividad mV = mili Vols mS/cm² = mili Siems sobre centímetro cuadrado
 L.P. = Límite permisible en la NORMA OFICIAL MEXICANA 127 SSA-1994. N.C. = No Colectada

técnica de titulación, con AgNO₃ al 0.02 M como titulante y K₂CrO₄ al 0.41 M y fenolftaleína como indicadores colorimétricos. El Flúor (F⁻), sulfatos (SO₄²⁻) y nitratos (NO₃⁻) se determinaron con un colorímetro HACH modelo DR/890.

Las muestras acidificadas se pasaron por filtros de acetato de celulosa de 0.45 µm de tamaño de poro y se utilizaron para la determinación de metales (As, Ba, B, Cd, Fe, Li, Mn, Pb, Sr y Zn), mediante la técnica analítica de Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma Acoplado Inductivamente [ICP-AES] en un equipo marca Perkin-Elmer Óptima 3 300 DV. La calibración se realizó con los estándares multielementales para agua High-Purity: CWW-TM-D; CWW-TM-H; CWW-TM-A y CWW-TM-E, las muestras se analizaron por triplicado para asegurar la exactitud y la precisión del método analítico.

Resultados

Se describen los resultados de cinco muestras de lixiviados de entrada (PT-JF-01, PT-JF-02, PT-JF-04, PT-JF-06 y PT-JF-08) y tres muestras de las salidas de las trampas hidrogeoquímicas (PT-JF-03, PT-JF-05, y PT-JF-07). Se recolectaron 23 muestras en total, ya que la muestra PT-JF-08 no fue posible recolectarla en el tercer muestreo porque escaseó el líquido.

Parámetros físico-químicos

Temperatura. En el primer periodo, la temperatura fluctuó entre 21.7 °C y 25.2 °C, en el segundo muestreo osciló entre 21 °C y 24.8 °C y, en el tercer muestreo, fue entre 24.7 °C y 30.7 °C. La temperatura presentó pequeñas variaciones, incrementándose hasta en 6 grados de diferencia en el tercer periodo de muestreo (véase tabla 1).

Potencial hidrógeno. Las variaciones de pH oscilaron entre 3.6 - 6.88, en el primer muestreo. En el segundo las fluctuaciones estuvieron entre 5.8 y 7.23, en los dos pri-

meros muestreos la muestra PT-JF08 obtuvo los valores ácidos. En el tercer muestreo los valores de pH obtenidos fueron casi neutrales (6.5 y 7.11), la muestra PT JF08 no se colectó.

Potencial de óxido reducción (Eh). Se encontraron dos muestras con valores negativos (PT-JF-04 y PT-JF-01), con -50 mV y -52.8 mV respectivamente en el primer periodo, indicativo de ambientes reductores o con poca oxigenación, las mismas muestras durante el segundo periodo tuvieron -43.6 mV y -56 mV. En el tercer muestreo los valores fueron de -38.8 mV y -167 mV. Las demás muestras tuvieron valores positivos que correspondientes a ambientes oxidantes: en el primer muestreo oscilaron entre 54.4 mV y 209.8 mV, en el segundo periodo fluctuaron entre 120.4 mV y 167 mV y finalmente en el tercer muestreo, se encontraron valores entre 91.2 mV y 198 mV (véase tabla 1).

Conductividad eléctrica. En el primer muestreo osciló entre 1.67 mS/cm² y 5.13 mS/cm². En el segundo muestreo, fluctuó entre 1.58 mS/cm² y 4.35 mS/cm². En el tercer periodo varió entre 1.40 mS/cm² y 3.16 mS/cm² (véase tabla 1).

Aniones mayores (CO₃⁻², HCO₃⁻, SO₄⁻² y Cl⁻)

No se registraron contenidos de CO₃⁻² lo que concuerda con los valores (<8.3) de pH de las muestras.

Bicarbonatos. En el primer muestreo los HCO₃⁻ fluctuaron entre un número menor al límite de detección del método analítico (PT JF08) y 436.76 mg L⁻¹. En el segundo periodo los contenidos de bicarbonatos oscilaron entre 19.5 mg L⁻¹ y 480.7 mg L⁻¹. Durante el tercer periodo se registraron concentraciones entre 300 mg L⁻¹ y 453.84 mg L⁻¹ (véase tabla 2).

Sulfatos. La concentración de SO₄²⁻ en el primer muestreo osciló entre 800 mg L⁻¹ y 4 700 mg L⁻¹. En el segundo periodo los sulfatos fluctuaron entre 760 mg L⁻¹ y 3800 mg

L⁻¹. Mientras en el tercer muestreo se registraron concentraciones entre 460 mg L⁻¹ y 2197.8 mg L⁻¹ (véase tabla 2).

Cloruros. La concentración de cloruros fue baja en todos los muestreos, en el primer muestreo osciló entre un número menor al límite de detección del método analítico (<L.D.) y 7.5 mg L⁻¹. En el segundo muestreo también fue entre <L.D. y 8.8 mg L⁻¹. En el tercer muestreo las concentraciones variaron entre 5 mg L⁻¹ y 10 mg L⁻¹ (véase tabla 2).

Cationes mayores (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺)

Las concentraciones de calcio en el primer muestreo se encontraron entre 190 mg L⁻¹ y 414.8 mg L⁻¹. Mientras que en el segundo muestreo oscilaron entre 303.2 mg L⁻¹ y 651.5 mg L⁻¹. En el tercer muestreo las variaciones se encontraron entre 332.7 mg L⁻¹ y 444.1 mg L⁻¹ (véase tabla 3).

Magnesio. Las concentraciones de este elemento en el primer muestreo oscilaron entre 11.5 mg L⁻¹ y 143.2 mg L⁻¹. En el segundo periodo oscilaron entre 23 mg L⁻¹ y 119.7 mg L⁻¹. En el tercer muestreo las concentraciones fueron entre 22.07 mg L⁻¹ y 80.13 mg L⁻¹ (véase tabla 3).

Sodio. Las concentraciones de sodio en el primer periodo de muestreo se reportan <D.L. hasta 21.91 mg L⁻¹. En el segundo muestreo también estuvieron desde <L.D. hasta 33.38 mg L⁻¹. En el tercer muestreo fluctuó entre 11.13 mg L⁻¹ y 34.47 mg L⁻¹ (véase tabla 3).

Potasio. Las concentraciones de potasio de manera general fueron bajas, en el primer periodo de muestreo oscilaron entre 0.658 mg L⁻¹ y 37.54 mg L⁻¹. En el segundo fluctuaron entre 3 mg L⁻¹ y 20.64 mg L⁻¹. Mientras en el tercer muestreo registraron concentraciones entre 3 mg L⁻¹ y 14.39 mg L⁻¹ (véase tabla 3).

Iones menores (NO₃²⁻ y F⁻) y Error de electronegatividad

Nitratos. Las concentraciones de NO₃ en el primer muestreo varían entre 0.5 mg L⁻¹ y 6.7 mg L⁻¹. En el segundo periodo oscilaron entre 2.1 mg L⁻¹ y 7.6 mg L⁻¹. En el tercer muestreo se reportan en un intervalo entre 0.6 mg L⁻¹ y 10.5 mg L⁻¹ (véase tabla 4). Las concentraciones de NO₃-N, en todos los muestreos se reportan por debajo de 2.4 mg L⁻¹.

Los contenidos de Fluoruro en el primer muestreo oscilaron entre 1.7 mg L⁻¹ y 5.6 L⁻¹. Mientras que, en el segundo muestreo se encontraron en un intervalo entre 1.0 mg L⁻¹ y 2.5 mg L⁻¹. El tercer muestreo las concentraciones de fluoruros oscilaron entre 1.0 mg L⁻¹ y 2.3 mg L⁻¹ (véase tabla 4).

Error de electronegatividad. Al calcular el error de electronegatividad se observó un gran desbalance en las cargas negativas (aniones), lo cual puede deberse principalmente por las elevadas concentraciones de sulfatos en la mayoría de las muestras. Así tenemos que en el primer periodo errores entre 17.5% y -49.1 %. En el segundo muestreo el error oscila entre -44 % y 0.2 %. El tercer periodo de muestreo fluctuó entre un -34 % y un 1.5 % (véase tabla 4).

Clasificación de las aguas de acuerdo con el diagrama de Piper

Para determinar la familia geoquímica a la que pertenecen las muestras, se graficaron los datos de aniones y cationes en el diagrama de Piper. La gráfica de las concentraciones de los cationes, ubican a las muestras en la zona seis, que corresponde a las aguas cálcicas. Al graficar los

Tabla 2. Resultados de los aniones mayores en las muestras de los jales El Fraile, municipio de Taxco (correspondiente a tres periodos de muestreo).

Parámetro Unidades	Primer muestreo			Segundo muestreo			Tercer muestreo		
	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
L.D.	20	1	1	20	1	1	20	1	1
L.P.		400	250		400	250		400	250
Muestra									
PT-JF-01	436.76	1400	5.63	480.7	1140	3.8	453.84	460	5
PT-JF-02	375.8	1240	6.3	358.7	1332	7.5	358.68	1365.3	5.8
PT-JF-03	370.9	1220	7.5	339.2	1365.3	2.5	356.24	1525	5.8
PT-JF-04	400.2	1300	5	368.4	1831.5	6.3	363.56	1964.7	10
PT-JF-05	324.5	1360	6.3	259.2	1831.5	5	300.12	1964.7	5
PT-JF-06	344	800	5.6	380.6	760	3.8	380.64	599.4	5.8
PT-JF-07	395.3	1360	7.5	424.6	1598.4	8.8	453.84	2197.8	7.5
PT-JF-08	<LD	4 700	<LD	19.5	3800	<LD	N.C.	N.C.	N.C.

L.D. = Límite de detección del método analítico

L.P. = Límite permisible en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA1-1994

N.C. = No se colectó la muestra

Tabla 3. Resultados de cationes mayores cuantificados en las muestras de los jales El Fraile, municipio de Taxco, Guerrero. (correspondiente a tres periodos de muestreo).

Parámetro	Primer muestreo				Segundo muestreo				Tercer muestreo			
	Ca	Na	K	Mg	Ca	Na	K	Mg	Ca	Na	K	Mg
Unidades	en mg L ⁻¹											
L.D.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L.P.	200				200				200			
PT-JF-01	337	8.09	14.9	84.9	262	8	10.9	83.9	184.7	11.13	7	50.31
PT-JF-02	332.5	15.1	3.14	44.8	430	20.9	5	59	418.2	22.04	5	49.5
PT-JF-03	341.6	16.7	3.45	48.7	418	21	6	60.6	418.6	26.25	7	49.85
PT-JF-04	361.7	21.9	5.2	56	531	33.4	11.1	88.7	444.1	34.47	13.64	67.27
PT-JF-05	315	18	3.6	51.2	652	29.4	8.96	106	431.7	29.78	14.39	69.95
PT-JF-06	190	8.52	0.66	11.5	353	27.5	3	23	332.7	22.61	3	22.07
PT-JF-07	273.8	10.8	3.06	62.1	303	15.7	5.35	81.1	371.9	20.93	10.13	80.13
PT-JF-08	414.8	<LD	37.5	143	412	<LD	20.6	119.7	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

L.D. = Límite de detección del método analítico

L.P. = Límite permisible en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA-1994

N.C. = No se colectó la muestra

aniones las muestras caen en la zona nueve de las aguas sulfatadas. Únicamente la muestra PT-JF-08 se ubica en la zona uno que corresponde a las aguas magnésicas, por lo tanto, esta muestra pertenece a la familia sulfatada-magnésica, el resto de las muestras corresponden a las aguas sulfatadas-cálcicas. En los tres muestreos se observó el mismo comportamiento.

Elementos potencialmente tóxicos

Se midieron las concentraciones de 10 elementos po-

tencialmente tóxicos, entre ellos tenemos el Arsénico que en el primer muestreo se encontró entre <L.D. y 2.455 mg L⁻¹. En el segundo muestreo entre <L.D. y 0.681 mg L⁻¹. De igual manera en el tercer muestreo tuvo un intervalo entre <L.D. y 2.11 (véase tabla 5)

El Boro en el primer muestreo tuvo concentraciones entre 0.028 mg L⁻¹ y 0.274 mg L⁻¹. En el segundo muestreo el intervalo fue entre 0.608 mg L⁻¹ y 1.378 mg L⁻¹. En el tercer muestreo el boro se encontró entre 0.138 mg L⁻¹ y 0.349 mg L⁻¹.

Tabla 4. Concentración de aniones menores y error de electronegatividad calculado en muestras de los jales El Fraile (correspondiente a 3 periodos de muestreo).

Periodo	Primer Periodo				Segundo Periodo				Tercer Periodo			
	NO ₃	NO ₃ -N	F	E.E.	NO ₃	NO ₃ -N	F	E.E.	NO ₃	NO ₃ -N	F	E.E.
Unidades												
L.P.	0.5	0.1	0.1	%	0.5	0.1	0	%	0.5	0.1	0.1	%
L.D.	10	1.5			10	2			10	1.5		
PT-JF-01	0.5	0.1	3	-20	6	1.4	2	-21	6.6	1.5	2.3	-10
PT-JF-02	1.6	0.4	1.9	-21	2.1	0.5	1	-11	0.6	2.4	1.3	-14
PT-JF-03	2.3	0.5	1.7	-18	2.2	0.5	1	-12	3.7	0.8	1.3	-18
PT-JF-04	5.9	1.3	2.1	-18	3.5	0.8	2	-11	4.6	1	1.9	-23
PT-JF-05	6.7	1.5	2.1	-23	6.9	1.6	2	0.2	11	2.4	2	-23
PT-JF-06	4.6	1	1.8	-35	4.2	0.9	1	-3	3.4	0.8	1	1.5
PT-JF-07	3.1	0.7	2.4	-29	7.6	1.7	2	-28	10	2.3	2.2	-34
PT-JF-08	2.3	0.5	5.6	-49	2.8	0.6	3	-44	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

E.E. = Error de electronegatividad

L.D. = Límite de detección del método analítico

L.P. = Límite permisible en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA-1994

N.C. = No se colectó la muestra

Tabla 5. Resultados de la concentración de arsénico, boro, bario, cadmio y hierro en muestras de lixiviados de los jales El Fraile en el municipio de Taxco, Guerrero (correspondiente a tres periodos de muestreo).

Elemento unidades	Primer Periodo					Segundo Periodo					Tercer periodo				
	As	B	Ba	Cd	Fe	As	B	Ba	Cd	Fe	As	B	Ba	Cd	Fe
L.D.	0.01	0.03	0.025	0.005	0.025	0.01	0.03	0.025	0.005	0.025	0.01	0.03	0.025	0.005	0.025
L.P.	0.05		0.7	0.005	0.3	0.05		0.7	0.005	0.3	0.05		0.7	0.005	0.3
MUESTRA															
PT-JF-01	2.455	0.171	0.202	0.044	9.207	0.681	0.703	0.155	0.041	5.633	1.671	0.211	0.228	0.078	5.773
PT-JF-02	0.018	0.15	0.14	<LD	0.167	0.01	0.937	0.209	<LD	0.136	<LD	0.299	0.112	<LD	0.084
PT-JF-03	<LD	0.164	0.173	<LD	0.041	<LD	0.892	0.238	<LD	0.033	<LD	0.332	0.104	<LD	0.03
PT-JF-04	0.445	0.125	0.271	0.008	1.692	0.388	1.238	0.623	0.027	3.064	2.11	0.249	0.06	0.091	12
PT-JF-05	0.017	0.109	0.181	<LD	<LD	0.031	1.378	0.885	0.005	0.03	0.029	0.349	0.09	<LD	0.04
PT-JF-06	0.015	0.028	0.154	0.016	0.056	<LD	1.033	0.713	0.023	0.181	<LD	0.138	0.11	0.019	0.026
PT-JF-07	0.052	0.089	0.197	0.017	0.486	<LD	0.747	0.202	0.014	0.358	0.01	0.282	0.101	0.011	0.032
PT-JF-08	0.117	0.274	0.164	0.357	57.64	0.112	0.608	0.191	0.281	51.71	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

L.D. = Límite de detección del método analítico

L.P. = Límite permisible en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA-1994

N.C. = No se colectó la muestra

El Bario en el primer muestreo osciló entre 0.14 mg L⁻¹ y 0.561 mg L⁻¹. Mientras que en el segundo muestreo tuvo un intervalo entre 0.155 mg L⁻¹ y 0.885 mg L⁻¹. En el tercer muestreo fluctuó entre 0.06 mg L⁻¹ y 0.228 mg L⁻¹.

Las concentraciones de Cadmio en el primer muestreo oscilaron entre <L.D. y 0.357 mg L⁻¹. En el segundo muestreo se encontraron entre <L.D. y 0.281 mg L⁻¹. En tercer muestreo se reportan entre <L.D. y 0.091 mg L⁻¹. En los tres muestreos el cadmio no se detectó en 3 muestras.

El Hierro. Este elemento tuvo un intervalo muy variable, en el primer muestreo se detectó desde <L.D. hasta 54.64 mg L⁻¹. En el segundo se tuvieron concentraciones desde 0.03 mg L⁻¹ hasta 51.71 mg L⁻¹. En el tercer muestreo

las concentraciones oscilaron entre 0.026 mg L⁻¹ y 12 mg L⁻¹ (véase tabla 5).

También se midieron las concentraciones del Litio, este elemento no se detectó en las muestras PT JF 06 en ninguno de los tres muestreos. Las demás muestras en el primer muestreo oscilaron entre 0.045 mg L⁻¹ y 0.295 mg L⁻¹. De igual manera en el segundo muestreo las concentraciones variaron entre 0.27 mg L⁻¹ y 0.691 mg L⁻¹. En el tercer muestreo las concentraciones se reportan entre 0.043 mg L⁻¹ y 0.208 mg L⁻¹ (véase tabla 6).

Con respecto al Manganeso se encontraron concentraciones variables, en el primer muestreo oscilaron entre 0.037 mg L⁻¹ y 30 mg L⁻¹. En el segundo muestreo entre

Tabla 6. Resultados de la concentración de litio, manganeso, Plomo, estroncio y zinc en muestras de lixiviados de los jales El Fraile en el municipio de Taxco, Guerrero (correspondiente a tres periodos de muestreo).

Elemento unidades	Primer Periodo					Segundo Periodo					Tercer periodo				
	Li	Mn	Pb	Sr	Zn	Li	Mn	Pb	Sr	Zn	Li	Mn	Pb	Sr	Zn
L.D.	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
L.P.		0.15	0.025		5		0.15	0.025		5		0.15	0.025		5
Muestras															
PT-JF-01	0.134	0.812	0.619	0.883	1.786	0.131	0.609	0.047	0.784	1.672	0.077	0.44	0.353	0.61	1.579
PT-JF-02	0.027	0.147	<LD	0.814	0.22	0.045	0.234	<LD	1.134	0.725	0.043	0.139	<LD	1.041	0.347
PT-JF-03	0.031	0.037	<LD	0.853	0.301	0.06	0.113	<LD	1.268	0.857	0.062	<LD	<LD	1.14	0.478
PT-JF-04	0.05	0.497	<LD	0.857	0.794	0.137	0.991	<LD	1.386	2.419	0.177	1.249	<LD	1.256	3.333
PT-JF-05	0.035	0.081	<LD	0.681	0.81	0.108	<LD	<LD	1.356	3.112	0.169	<LD	<LD	1.18	1.291
PT-JF-06	<LD	0.27	<LD	0.351	0.975	<LD	0.136	<LD	0.801	1.691	<LD	0.044	<LD	0.764	0.824
PT-JF-07	0.055	0.614	<LD	0.626	1.85	0.087	0.276	<LD	0.764	2.079	0.208	0.413	<LD	1.182	1.668
PT-JF-08	0.691	30	<LD	2.122	48.19	0.295	16.87	0.03	1.719	32.37	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

L.D. = Límite de detección del método analítico

L.P. = Límite permisible en la Norma Oficial Mexicana 127 SSA-1994

N.C. = No se colectó la muestra

Tabla 7. Comparación de los resultados obtenidos en los jales El Fraile Guerrero, con los límites permisibles en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (modificada en el 2000).

Elemento	Límite permisible	Intervalo de las muestras	Muestras fuera de la Norma Periodo 1	Intervalo de las muestras	Muestras fuera de la Norma Periodo 2	Intervalo de las muestras	Muestras fuera de la Norma Periodo 3
pH	6.5-8.5	3.6 – 7.67	5	5.8 - 7.47	0	6.49 - 7.45	0
Unidades	en mgL ⁻¹	en mgL ⁻¹		en mgL ⁻¹		en mgL ⁻¹	
Cloruros	250	0 – 7.5	0	0 - 8.8	0	5 - 14.2	0
Sulfatos	400	102 – 4700	8	205 - 3800	8	460 - 1964.7	8
Na	200	0 – 34.05	0	0 - 33.4	0	11.13 - 34.47	0
Flúor	1.5	0.4 – 5.6	8	0.6 - 2.5	5	0.8 - 2.3	4
NO₃-N	10	0.1 – 1.5	0	0.5 - 1.7	0	0.3 - 2.4	0
As	0.05	<L.D - 2.455	4	<L.D - 0.681	3	<L.D - 2.11	2
Ba	0.7	0.14 - 0.561	0	0.155 - 0.885	2	0.06 - 0.228	0
Cd	0.005	<L.D - 0.357	5	<L.D - 0.281	5	<L.D - 0.091	4
Fe	0.3	<L.D - 57.64	4	0.03 - 51.71	3	0.026 - 12	2
Mn	0.15	0.037 - 2.122	5	0.013 - 16.87	5	<L.D - 1.249	3
Pb	0.025	<L.D - 0.619	1	<L.D - 0.047	2	<L.D - 0.353	1
Zn	5	0.22- 48.19	1	0.725 - 32.37	1	0.347 - 3.333	0

L.D. fuera del límite de detección del método analítico

<L.D. y 16.87mg L⁻¹. En el tercer muestreo las variaciones fueron entre 0.044 mg L⁻¹ y 1.249 mg L⁻¹ (véase tabla 6).

El Plomo se detectó solamente en la muestra PT JF 01 en los tres muestreos con 0.619 mg L⁻¹, 0.047 mg L⁻¹ y 0.353 mg L⁻¹, respectivamente. De igual manera se detectó en la muestra PT JF 08 solo en el segundo muestreo con 0.03 mg L⁻¹ (véase tabla 6).

Referente al Estroncio, en el primer muestreo osciló entre 0.351 mg L⁻¹ y 2.122 mg L⁻¹ (muestra PT JF 08). De igual manera, en el segundo periodo el intervalo fluctuó entre 0.754 mg L⁻¹ y 1.719 mg L⁻¹. En el tercer muestreo las concentraciones oscilaron entre 0.61 mg L⁻¹ y 1.256 mg L⁻¹ (véase tabla 6).

Por último, tenemos las concentraciones del Zinc, donde se detectó que en los tres periodos de muestreo las concentraciones mínimas fueron de la muestra PT JF 02 con 0.22 mg L⁻¹, 0.725 mg L⁻¹ y 0.347 mg L⁻¹ respectivamente. Las concentraciones más elevadas de los dos primeros muestreos corresponden a la muestra PT JF 08 con 48.19 mg L⁻¹ y 32.37 mg L⁻¹. En el tercer muestreo la mayor concentración se detectó en la muestra PT JF 04, con 3.333 mg L⁻¹.

Comparación de los resultados obtenidos en los lixiviados de los jales El Fraile, Guerrero con la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994).

La problemática de la escasez del agua de consumo humano en las zonas rurales de nuestro país obliga a los habitantes de las comunidades a utilizar el recurso de donde lo puedan obtener, muchas veces sin detenerse a conocer sus características físico químicas. En las comunidades

de El Fraile y Santa Rosa, en el municipio de Taxco, Gro., utilizan los lixiviados que provienen de los jales para realizar muchas de sus actividades domésticas, como lavar la ropa y los trastos de cocina, bañarse, y en ocasiones para cocinar sus alimentos. Es común ver varias mangueras instaladas directamente desde los lixiviados hasta tanques de almacenamiento de diferentes casas de la comunidad, ya que prácticamente todo el año se está originando “agua transparente” en diferentes puntos de los jales. Ante esto, se consideró pertinente realizar una comparación de la calidad de los lixiviados con los límites permisibles en la NOM-127 SSA1-1994 (modificada en el año 2000).

En la Tabla 7 se muestran los elementos que se compararon y el número de muestras que se encuentran fuera de la norma. Se encontró que con respecto al pH, en el primer periodo cinco muestras. En el segundo periodo 3 muestras y en el tercer muestreo solo la muestra PT JF-06, estuvieron fuera del límite permisible de la NOM-127 SSA1-1994.

En lo que corresponde a los cloruros, sodio y nitratos, todas las muestras se encuentran dentro del límite permisible para agua de uso y consumo humano.

Con respecto a los sulfatos en los dos primeros muestreos todas las muestras se encuentran fuera del límite permisible (400 mg L⁻¹) en varias órdenes de magnitud.

El flúor tiene un límite permisible de 1.5 mg L⁻¹ en el primer muestreo todas las muestras de lixiviados estuvieron fuera de la norma, en el segundo muestreo 5 muestras, mientras que en el tercer periodo 4 muestras estuvieron fuera de la Norma Oficial Mexicana.

El límite permisible del arsénico es de 0.05 mg L⁻¹. En las muestras estudiadas se encontró que en el primer perio-

do 4 muestras están por arriba de la Norma Oficial Mexicana. Mientras que en segundo muestreo se detectaron 3 muestras fuera del límite permisible, mientras que en el tercer muestreo solamente 2 muestras.

Por otro lado, con respecto al elemento bario, únicamente se encontraron dos muestras fuera del límite permisible en el segundo muestreo.

Con respecto al Cd, 5 muestras estuvieron fuera del límite permisible (0.005 mg L^{-1}) en los dos primeros muestreos. En el tercer muestreo 4 muestras estuvieron fuera del límite permisible para agua de uso y consumo humano.

El Fe tiene como límite permisible 0.3 mg L^{-1} , referente a este elemento se encontró que 4 lixiviados estuvieron fuera de ese parámetro de comparación, en los dos primeros muestreos, mientras que en el tercero solamente la muestra PT JF 01, se encontró fuera del límite permisible para agua de uso y consumo humano.

El Mn tiene un límite permisible es 0.15 mg L^{-1} , se encontró que 5 muestras están fuera de ese parámetro en el primero y segundo muestreo. En el tercero, sólo 3 muestras estuvieron fuera de la NOM 127 SSA-1.

El plomo también se encuentra regulado por la norma NOM 127 SSA1-1994, con 0.025 mg L^{-1} , referente a este elemento la muestra PT JF01 se encontró por arriba del límite permisible en los tres muestreos y la muestra PT JF08 solo en el segundo muestreo.

Por último, el Zinc, tiene como límite permisible de 5.0 mg L^{-1} , aunque este elemento está presente en todas las muestras, solamente la muestra PT JF08 en los dos primeros muestreos se encontró fuera del límite permisible para agua de uso y consumo humano.

Conclusiones

Se observó a los lixiviados disminuyendo conforme se acentuaba el periodo de mayor sequía. La temperatura de las muestras concuerda con la temperatura promedio anual para la zona, lo que es indicativo de agua de que son aguas someras de reciente infiltración.

El pH de los lixiviados osciló entre ácidos y neutros. El Eh varía entre ambientes oxidantes y reductores. La conductividad de las muestras fue elevada en comparación con aguas someras sin contaminación.

Respecto a los iones mayores, los contenidos de SO_4^{2-} rebasaron el límite permisible por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 en todas las muestras. De los iones menores sobresalen los contenidos de F con valores cercanos o por encima del límite permisible en la Norma Oficial Mexicana. En estos dos elementos las concentraciones se incrementan al final el periodo de lluvias.

La muestra PT-JF-08 pertenece a las aguas Sulfatadas-Magnésicas y el resto de las muestras a las aguas Sulfatadas-Cálcicas.

Con respecto a los elementos potencialmente tóxicos se encontró que las concentraciones son variables y globalmente se incrementan conforme se acentúa el periodo de sequía.

Discusión

El depósito de jales El Fraile proviene de la explotación de yacimientos hidrotermales de sulfuros de plomo (galena) y zinc (esfalerita) asociados con sulfuros de hierro (pirita), que han estado expuestos al intemperismo por

muchos años y que han desarrollado una dura costra de oxidación de aproximadamente 2 a 5 cm, compuesta de óxidos de color café amarillento y precipitados de color blanco lechoso o amarillo (sulfatos). Estos depósitos originan lixividos en la mayor parte del año, que son utilizados por los habitantes de la comunidad de Santa Rosa como agua de consumo humano.

Los análisis realizados en 3 periodos de muestreo expresan que la temperatura se incrementa de manera general para el tercer periodo de muestreo, lo que concuerda con la temperatura promedio del área de estudio y evidencia que las muestras son aguas someras de reciente infiltración.

Los valores de Eh van desde ambientes reductores en 2 muestras de lixiviados que corresponden a entrada de las trampas, hasta ambientes oxidantes registrados en las demás muestras. Estos ambientes son característicos en lixividos de jales mineros.

Los valores de conductividad son relativamente elevados, lo que evidencia los contenidos de sólidos disueltos, principalmente sulfatos en todas las muestras.

Los valores elevados de sulfatos se deben a que en el periodo de lluvias empiezan a formarse minerales derivados de los procesos de oxidación de la pirita principalmente, los cuales se van disolviéndose a medida que se acentúa el periodo de lluvias.

Los elementos potencialmente tóxicos se incrementan cuando se retiran las lluvias y escasea el lixivido, aumentando las concentraciones de estos elementos.

Referencias

- Castro-De Dios, M. (2002). *Caracterización Químico-Mineralógica de los sedimentos de los Ríos de Taxco y Cacalotenango, en la Región Minera de Taxco, Gro., Como una guía para evaluar los mecanismos de Dispersión de Desechos Mineros*. Tesis de licenciatura. Escuela Regional Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero, Taxco el Viejo, Gro. 74 pp.
- Díaz Villaseñor, E. y Talavera Mendoza, O. (2006). Transferencia de metales entre suelo y plantas de maíz (*Zea mays* L.) sembradas en una parcela afectada por jales mineros, en la región de Taxco, Guerrero. *V Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Puebla, Puebla*. 20.
- Flores-Mundo, N. (2002). *Caracterización Químico-Mineralógica de los jales el Fraile, Taxco de Alarcón Guerrero*. Tesis de licenciatura. Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero. Taxco el Viejo, Gro.
- Fries, C. (1960). *Geología del Estado de Morelos y parte adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México, boletín 60*, México D.F., 236 pp.
- Galarza-Brito, Z. (2009). *Especiación química de Elementos Potencialmente Tóxicos en los Jales El Fraile en Santa Rosa, Municipio de Taxco, Guerrero*. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala de la Independencia Gro.
- Jambor, J. L., y Owens, D. R. (1993). Mineralogy of the tailing impoundment at the former edge of Sudbury Structure, Ontario, Canada, Canada Centre for Mineral and Energy Technology [CANMET] Div. Rep. MSL93-4 (CF). Department of Emergency and Mine Research.
- Martin-Romero, F. (2004). *Procesos geoquímicos que con-*

- trolan la movilidad de metales y metaloides en jales de sulfuros metálicos "El Fraile", Taxco, Guerrero*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. (1994). *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que se debe someterse el agua para su potabilización*". Secretaría de Salud. Obtenido de: www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html
- Ritcey, G. M. (1989). *Mining management problems and solutions in the minion industry*. Edit. Elsevier. 970 pp.
- Talavera, Mendoza, O., Yta, M., Moreno Tovar, R., Dótor Almazan, A., Flores Mundo, N. Duarte Gutiérrez, C. (2005), Mineralogy and geochemistry of sulfide-bearing tailings from silver mines in Taxco, México are to evaluate their potential environmental impact. *Geofísica Internacional*. 1, 49-64.



Diagnóstico físico-químico del agua en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México

Fernando Ortíz Maldonado^{1*}
 Naú Silverio Niño Gutiérrez²
 Justiniano González González²
 Juan Villagómez Méndez¹
 Gloria Torres Espino¹

¹Instituto Tecnológico de Acapulco. Av. Instituto Tecnológico s/n. Crucero de Cayaco. Acapulco, Gro. Tel: +52(744) 442 9010

²Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional.

*Autor de correspondencia
ferormal2010@yahoo.com.mx

Resumen

Fueron determinados diversos parámetros físico-químicos en agua de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México, por un período de 12 meses, durante el año 2011. El objetivo fue conocer el grado y tipos de contaminación, para elaborar una propuesta que ayude a mitigar el impacto ambiental generado por las industrias y desarrollos habitacionales en las zonas circundantes a este cuerpo lagunar. En las últimas tres décadas, la Laguna de Tres Palos ha sufrido cambios significativos en su ecosistema debido a los crecimientos urbanos e industriales. Estos cambios se pueden detectar por diversos métodos con la finalidad de conocer a fondo la problemática de la laguna de Tres Palos.

Este trabajo consiste en desarrollar e implementar un grupo de métodos y técnicas mediante la caracterización analítica fisicoquímica que tenga como resultado un diagnóstico técnico-científico que sirva como soporte para la construcción de diseños y planificación de nuevos asentamientos y desarrollos industriales más controlados con la finalidad de mantener viva y productiva la zona de influencia de la Laguna de Tres Palos de una manera sustentable, de acuerdo con las políticas actuales del desarrollo socioeconómico. Los métodos analíticos que se utilizaron en esta investigación, se tomaron de los criterios bibliográficos y de las Normas Oficiales Mexicanas que indican los límites máximos permisibles que se pueden descargar en lagos y ríos. Se agradece al Instituto Tecnológico de Acapulco y a la Universidad Autónoma de Guerrero por el apoyo otorgado para la realización del presente trabajo de investigación.

Palabras clave: parámetros físico-químicos, impacto ambiental, índice de calidad

Abstract

Different physical-chemical parameters were determined in water of Tres Palos Lagoon, Guerrero, México for a period of 12 months across 2011. Aim of this study was to determine extent and types of contamination for developing a proposal to help mitigate environmental impact generated by industries and housing and tourist developments in areas surrounding the lagoon body.

In the last three decades, the Tres Palos lagoon has undergone significant changes in its ecosystem due to urban and industrial growth. These changes can be detected by various methods in order to know thoroughly the problem of Tres Palos Lagoon.

Como citar el artículo:

Ortíz Maldonado, F., Niño Gutiérrez, N. S., González González, J., Villagómez Méndez, J. y Torres Espino, G. (2017). Diagnóstico físico-químico del agua en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Tlamati*, 8(2), 37-41.

This study is focused on develop and implement a set of methods and techniques controlled by the physical-chemical and microbiological analytical characterization that results in a technical-scientific diagnosis. This diagnosis serves as a support for building, design and planning of new settlements and industrial developments, controlled for maintain the area of influence of the Tres Palos Lagoon in a sustainable manner, in accordance with the current policies of social-economic development.

Analytical methods used in this study were taken from bibliographic criteria and the Mexican Official Standards indicating the maximum permissible limits that can be downloaded on lakes and rivers.

We thank the Instituto Tecnológico de Acapulco and the Universidad Autónoma de Guerrero for the support granted for the realization of this research.

Keywords: physical-chemical parameters, environmental impact, pollution indicators.

Introducción

Los sistemas lagunares en México y el orbe juegan un papel fundamental en la regulación del clima local además de contribuir como barreras naturales a los efectos negativos de huracanes que se presentan entre los meses de septiembre-noviembre en los enclaves geográficos de los océanos Pacífico y Atlántico de México.

Las márgenes de la Laguna de Tres Palos en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero han experimentado fuerte presión por la presencia de asentamientos humanos desde 1995 por lo que, en Acapulco se incumple desde esa fecha la aplicación efectiva de la legislación ambiental.

Una de esas consecuencias es la eutrofización, fenómeno que históricamente lleva miles de años en gestarse y/o manifestarse de tal forma que dinamizan el crecimiento de algas, las cuales al morir degradan la calidad del agua de la Laguna de Tres palos, Guerrero. Otro ejemplo es la mortalidad de peces, que aún cuando dichos eventos son esporádicos, estos se presentaron en 2010.

El río de la Sabana nace en el cerro san Nicolás a una altitud de 600 msnm, drena 432 km, y su longitud máxima es de 16 km, anchura conspicua de 6 km y su recorrido comprende 57 km para finalizar en la laguna de Tres Palos. Dicha laguna drena una superficie de 55 km² o sea 5500 ha, mantiene comunicación con el mar por medio de un canal meándrico de 12 km de longitud cuyo final se ubica en el poblado conocido como Barra Vieja (Gil, 1991).

Las condiciones climáticas en la Laguna de Tres Palos (García, 1973), son de clima tropical con lluvias en verano A (w), en cuyo radio de influencia se encuentran los pobladores de las localidades de Barra Vieja, Lomas de Chapultepec, La Estación, El Quemado, Punta de Casa, El Arenal, San Pedro Las Playas, Tres Palos, La Poza y Plan de Los Amates, mismas que se sustentan principalmente de la pesca.

La Laguna de Tres Palos es predominante oligohalina nueve meses al año, con influencia marina en la época de verano entre los meses de junio-octubre (Yáñez Aranci-



Figura 1. Localización de las zonas de estudio en la Laguna de Tres Palos.



Figura 2. Muestreo de campo en la Laguna de Tres Palos (L3P). Noviembre de 2011.

bia, 1978), momento propicio para que el canal meándrico de Barra Vieja se comporte como un estuario debido a que permite el intercambio de materia y energía entre el mar y la laguna.

Objetivo.

Caracterizar los influentes que recibe la Laguna de Tres Palos, para determinar su impacto ecológico, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo de los diversos parámetros indicadores de contaminación, así como conocer el grado y tipos de contaminación para elaborar una propuesta que ayude a reducir el impacto ambiental generado por las industrias, empresas y desarrollos habitacionales y turísticos en las zonas circundantes a este cuerpo lagunar.

Metodología

El trabajo de campo consistió en la toma de muestras de agua en diferentes épocas del año 2011 de acuerdo con Harris (2009), una vez determinados los puntos críticos de

contaminación.

Se realizó la búsqueda cartográfica y de la información de INEGI de las zonas de mayor población, aledañas a la laguna de Tres Palos, para determinar los puntos críticos de contaminación y determinar los planes y zonas de muestreo (véase figura 1).

Las estaciones de muestreo comprendieron: La Poza, Unidad Vicente Guerrero 2000, Viveristas, Plan de los Amates, Barra Vieja, Tres Palos, San Pedro Las Playas y La Estación. Las diferentes estaciones fueron divididas geográficamente en función de los cuatro puntos cardinales respecto a la Laguna de Tres Palos y de acuerdo al sentido en que giran las manecillas del reloj se tienen al Norte: San Pedro Las Playas y La Estación; al Este: Barra Vieja, Plan de los Amates; al Sur: Unidad Vicente Guerrero 2000-Viveristas y al Oeste: Tres Palos y La Poza (véase figura 1).

El muestreo se realizó de manera puntual en las zonas seleccionadas de la laguna (véase figura 2), para realizar los siguientes parámetros analíticos:



Figura 3. Distribución temporal de la presencia de la materia flotante. Fuente: Ela-

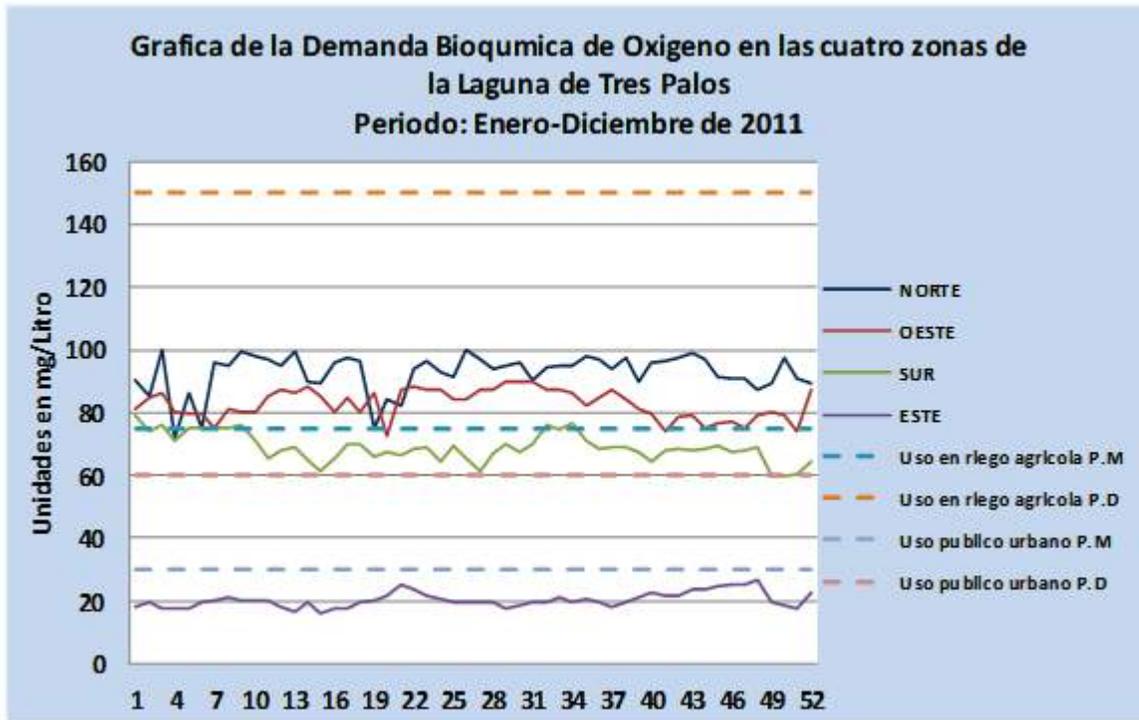


Figura 4. Distribución espacio-temporal del DBO₅. Fuente: Elaboración propia.

Parámetros de campo

- Temperatura, método electrométrico.
- pH, método electrométrico
- Conductividad Eléctrica, método electrométrico
- % de Salinidad, método electrométrico
- Oxígeno Disuelto [OD], método electrométrico
- Materia Flotante, método físico de separación
- Cloro Residual, método [DPD]
- *Parámetros de laboratorio*
- Sólidos disueltos totales, método electrométrico
- Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO₅], método Winkler y electrométrico.
- Nitritos, método volumétrico
- Nitratos, método volumétrico
- Sulfatos, método volumétrico
- Sulfuro de Hidrógeno, método bromuro- fenol.

Dichos parámetros son los indicadores básicos de la contaminación, recomendados por la Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] y la dirección general de normas [DGN], quienes operan como organismos rectores del análisis de la calidad del agua en México y a nivel internacional (Sawyer, Mc Carty y Gene, 2001).

Resultados y Discusión

Entre todos los parámetros analizados destaca el rubro materia flotante por su elevada presencia de contaminantes en las zonas norte, oeste y sur. Así quedó demostrado en las 37 semanas analizadas del año 2011 (véase figura 3). El contenido de materia flotante es un indicador de la presencia constante de las actividades humanas que afectan las condiciones ambientales de la Laguna de Tres Palos. Se observaron *in situ* plásticos, bolsas, envases de refrescos, residuos del fileteado del pescado, vasos, etcétera. Dicho parámetro fue confirmado como se aprecia en la figura 4, por la elevada presencia de DBO₅.

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, indica que no debe existir evidencia alguna de materia flotante. Encontramos que las zonas norte, oeste y sur muestran valores que rebasan los límites máximos permisibles, lo que va en contra de los lineamientos de la norma y afecta de manera negativa al entorno ecológico.

Los valores que se presentan en la figura 3 indican que la zona Norte contiene valores de DBO₅ superiores a los límites máximos permisibles, de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996. La concentración de DBO₅ en la zona Norte permite concluir que ésta contiene contaminación alta, lo cual perjudica considerablemente la existencia de la flora y fauna presentes en este sector; concentraciones altas de DBO₅ pueden además de indicar contaminación orgánica, altas probabilidades de contener microorganismos patógenos. Los altos valores de este parámetro indican que el agua no puede ser utilizada para uso público urbano ni para uso en riego agrícola.

La figura 3 muestra concentraciones altas de Demanda Bioquímica de Oxígeno en la zona Oeste. Comparado con la zona Norte, sus concentraciones de DBO₅ son menores y cumplen con sólo un límite máximo permisible (Uso en riego agrícola promedio diario). De seguir esta tendencia de contaminación, alcanzará en poco tiempo los altos niveles de contaminación de la Zona Norte. La diferencia de DBO₅ en las dos zonas son apenas de 15-20 mg/L; lo cual indica que hay ligera disminución con respecto a zona Norte, pero sigue catalogándose como contaminación alta.

La zona Sur presenta menos contaminación que las zonas Norte y Oeste, pero rebasa los límites máximos permisibles de calidad ambiental según la norma NOM-001-SEMARNAT-1996. El promedio de concentración es de 75-79 mg/L, esta carga de contaminación se considera alta ya que rebasa a tres de los cuatro límites máximos permisibles de calidad ambiental.

La zona Este de la Laguna de Tres Palos es la única zona que cumple con todos los límites máximos permisibles y el grado de contaminación que presenta se puede considerar como de baja carga, ya que sus valores promedios oscilan en el rango de DBO₅ de 22-26 mg/L. Los valores bajos de DBO₅ sugieren que no tiene contaminación de tipo orgánica.

En relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, las zonas Norte, Oeste y Sur, presentan contaminación alta y sólo la zona Este presenta baja concentración de contaminantes orgánicos, por lo que la zona Este que representa el 8% del área no muestra evidencias de contaminación ambiental, pero el 92% restante de la laguna presentan valores de DBO₅ que superan los límites máximos permisibles.

Este tipo de problemática es una constante en los principales vasos colectores de aguas naturales y artificiales como las presas. Por ejemplo, en la Presa Revolución Mexicana de El Guineo ubicada en el municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero y perteneciente al distrito de riego 105 de la CONAGUA, se observa que dicha presa y La Laguna de Tres Palos tienen en común la presencia de asentamientos humanos, cuyos residuos concentrado en algunos basureros a cielo abierto favorecen que sus lixiviados se infiltren al suelo, sobre todo productos químicos dañinos como pesticidas, herbicidas, aceites y solventes. Esto produce alteración de la calidad del agua tanto superficial como subterránea, que al estar contaminada podría afectar la salud pública de quienes la consumen (Niño Gutiérrez y Saldaña, 2012).

Índice de Calidad del Agua en La Laguna de Tres Palos (L3P)

Un Índice de Calidad del Agua [ICA] es un número adimensional, comprendido entre 1-100, donde a mayor valor, mejor es la calidad del recurso. Los parámetros incluidos en los ICA así como la definición de los rangos se han basado tradicionalmente en las curvas de distribución de las variables o en criterios biológicos en el caso del oxígeno disuelto o el pH (Peterson y Bogue, 1989). En este estudio la selección de las variables se realizó teniendo en cuenta los criterios generales del organismo ambiental de Estados Unidos, la EPA (Hallock, 1990; Cude, 2001) y métodos multivariados para la definición de los grupos de estaciones, a partir de los cuales se definieron los rangos

de ponderación para cada clase.

Conclusiones

El área estudiada muestra zonas de contaminación moderada y zonas de contaminación alta. En tres de las cuatro zonas en que fue sectorizada la laguna L3P para este estudio, se rebasan los límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Por otro lado se encuentran valores altos de Sulfatos, aunque no llegan a superar los límites máximos permisibles para consumo humano que es de 250 mg/L (Sawyer et al., 2011). El problema principal de la presencia de Sulfatos en la laguna se fundamenta en el hecho de que en una posible ausencia de Oxígeno Disuelto y de Nitratos, los Sulfatos sirven como fuente de oxígeno (o más correctamente, como aceptantes de electrones) para las oxidaciones bioquímicas por las bacterias anaeróbicas. En condiciones anaeróbicas, el ión sulfato se reduce a ión Sulfuro, que establece el equilibrio con el ión hidrógeno para formar Sulfuro de Hidrógeno.

A pesar que el río de la Sabana presenta altos grados de contaminación, concluimos que la contaminación tipo inorgánica en la Laguna de Tres Palos aún no es factor determinante. Sin embargo, si no se toman las medidas preventivas correspondientes se podrá estar afectando el ciclo ecológico de la laguna, por la recepción de aguas contaminadas con pH elevados, que destruyan la vida acuática, y provoquen alteraciones físico-químicas y biológicas desmedidas, en perjuicio del ecosistema de la laguna.

Referencias

- Cude, C. (2001). Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness. *Journal of the American Water Resources Association*. 37(1), 125-137
- García, E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Gil, J. S. (1991). *La diversidad ictiológica y distribución de acuerdo a la salinidad en la laguna de Tres palos, Gro.* Tesis para obtener la Licenciatura en Ecología Marina. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Hallock, D. (1990). *Results of the 1990 Water Quality Index Analysis*. Washington Department of Ecology, Olympia, WA.
- Harris, D. C. (2009). *Análisis Químico Cuantitativo*. Reverté. Barcelona, España.
- Niño Gutiérrez, N. S. y Saldaña, J., (2012). *Presa Revolución Mexicana de El Guineo en los albores del Siglo XXI*. UAGro-Praxis. México.
- Norma Oficial Mexicana. (1996). *NOM-001-ECOL-1996., que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*. SEMARNAT, México.
- Peterson, R. y Bogue, B. (1989). *Water Quality Index (Used in Environmental Assessments)*. EPA Region 10, Seattle WA.
- Sawyer, N., Mc Carty, P. L., Gene P. F. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental*. Mc Graw Hill. Colombia.
- Yáñez-Arancibia, A. (1978). *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.



Sector hotelero de Acapulco, Guerrero, México y el uso de la energía en 2017

Guadalupe Olivia Ortega Ramírez¹
Delfino Daniel Ortiz Guzmán¹
Juan José Dimas Mojarro¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Turismo, Maestría en Gestión Sustentable del Turismo, Av. Ruíz Cortines. Cda. Papantla s/n. Col. Alta Progreso. Acapulco de Juárez, Gro. CP. 39610. Tel: +52(744) 445 5066

**Autor de correspondencia*
ortega.olivia@yahoo.com

Resumen

Este estudio tuvo por objetivo analizar las acciones que realiza el sector hotelero de Acapulco, Guerrero, México para contribuir al cuidado del medio ambiente dentro de sus instalaciones, recurriendo a la recolección de datos en un solo momento y en tiempo único. Los resultados fueron interpretados sin sesgar la información proporcionada por los hoteleros, al llevar a cabo un censo. Esta investigación sólo se aplicó en el puerto de Acapulco, seleccionando exclusivamente a los 42 gerentes de los hoteles clasificados con categoría de 4 estrellas en adelante, ubicados en la zona turística. Los datos arrojados ponen de manifiesto que el 85% de los empresarios no implementan estrategias para el cuidado del medio ambiente. Esto no permite certificar al puerto como un destino sustentable, ya que tan solo este sector empresarial tiene que cubrir la cantidad de 16 millones 103 mil 584 pesos a la Compañía de la Comisión Federal de Electricidad bimestralmente. Se concluye que los empresarios del sector hotelero en su mayoría, tienen problemas para cubrir gastos por suministro de servicios y no se vislumbra que se modifique este modelo turístico a corto y/o mediano plazo, percibiéndose una resistencia a implementar una cultura ambiental.

Palabras clave: sector hotelero de Acapulco, modelo turístico, cultura ambiental

Abstract

Objective of this study was to analyze actions carried out by hotel sector at Acapulco, Guerrero, Mexico in order to contribute to the care of environment within its facilities, resorting to collection of data in a single moment and in a single time. Results were interpreted without biasing information, applying a census to hoteliers. This research was conducted only at the port of Acapulco, selecting exclusively 42 managers of hotels classified with category of 4 stars and up, located at the tourist area. Data shows that 85% of entrepreneurs do not implement strategies focused on care of environment. This situation does not allow to certify the port as a sustainable destination, since only this business sector has to cover the amount of 16 million 103 thousand 584 pesos to the Company of Federal Electricity every two months. It is concluded that entrepreneurs of the hotel sector for the most part, have problems to cover expenses for supply of services and it is not foreseen that this tourism model will be modified in the short and/or medium term, perceiving a resistance to implement an environmental culture.

Keywords: hotel sector of Acapulco, tourist model, environmental culture

Como citar el artículo:

Ortega Ramírez, G. O., Ortiz Guzmán, D. D. y Dimas Mojarro, J. J. . (2017). Sector hotelero de Acapulco, Guerrero, México y el uso de la energía en 2017. *Tlamati*, 8(2), 42-47.

Introducción

Con los problemas que se están viviendo en el planeta tierra de tipo ambiental, es que la humanidad no se ha dado cuenta que el realizar acciones en contra de la naturaleza es fatal para el propio ser humano. De esa forma, se considera que es el momento de que las personas reflexionen y comprendan que se están enfrentando a una crisis mundial del medio ambiente, ya que se observa una devastación de recursos naturales que impacta en el mismo. Esta destrucción produce un problema llamado calentamiento global, teniendo como consecuencia que, de no cambiarse la cultura actual, las próximas generaciones sufrirán de daños irreversibles que impactarán en su propia existencia. No se niega que existen organizaciones preocupadas por este problema, que desde décadas atrás lo han venido mencionado en sus asambleas generales, como la propia Organización de las Naciones Unidas, en su propuesta Agenda Local 21, junto con países involucrados en crear políticas que reduzcan daños al entorno ambiental (Calabuig, 2008). Sin embargo, estos eventos no han sido suficientes, ya que cada vez más, se está corroborando un cambio muy agudo en el clima del planeta, razón por la que se tiene que hacer un esfuerzo para apelar a la conciencia de la propia sociedad civil y en este caso, a la conciencia de los empresarios del puerto de Acapulco, en particular el sector hotelero para contribuir al cuidado del medio ambiente.

En este estudio se indagó acerca de ¿Qué tanta cultura y conciencia ambiental tienen los empresarios del sector hotelero de Acapulco para el ahorro de la energía dentro de sus instalaciones? Y que tanto contribuye a la solución de este problema ambiental. La respuesta ubicó en su contexto a la importancia que le dan los empresarios al cuidado de los recursos naturales, priorizando que se tienen que implementar acciones sustentables que permitan obtener beneficios que puedan ser beneficiosas para implementar un nuevo modelo turístico en Acapulco, aportando con ello toda una serie de fortalezas palpables, tanto en el cuidado del medio ambiente como en su economía. Se encontró que el turismo aporta aproximadamente 9% de los ingresos al mundo y emplea a más del 10% de la fuerza laboral del planeta (Earthcheck, 2016). Además, las emisiones del dióxido de carbono generados por el turismo representan aproximadamente el 5% de las globales (World Tourism Organization [WTO], 2016). Por eso la importancia de analizar qué es lo que está haciendo el sector hotelero para contrarrestar los problemas de los efectos del calentamiento global.

Lo anterior permite comprender la importancia del acuerdo firmado en la Declaración de Davos realizada en la segunda Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático y Turismo el 3 de oct del 2007, en la que se planteó la necesidad de que el sector turístico debe responder con rapidez al cambio climático en el marco construido por las Naciones Unidas, con el objetivo de que pueda crecer de forma sostenida (Sociedad Internacional de Ecoturismo, 2011).

Es importante mencionar que el sector hotelero de Acapulco, como elemento fundamental de los servicios que se ofrecen en el puerto para el descanso de los turistas, contribuye no solo al desarrollo de la economía del estado de Guerrero, sino también genera un impacto en el medio ambiente por el consumo de energía eléctrica que se ofrece

dentro de las instalaciones. Lo anterior reafirma, en primer lugar, la idea de presentar éste trabajo como un parámetro del nivel de la concientización ambiental que tiene el empresario en el proceso del cuidado del medio ambiente y en segundo, que éstos sean parte de la sustentabilidad que requiere Acapulco para implementar un nuevo modelo turístico. Además, que el puerto forme parte del grupo de los destinos turísticos sustentables y certificados. Por lo tanto, se considera que, si el sector hotelero de Acapulco participara de una forma más responsable con el medio ambiente, éste volvería a ser una de las primeras opciones del turismo extranjero. El análisis de las estrategias que implementan los empresarios del sector hotelero del puerto, enfocadas a contribuir al cuidado del medio ambiente a través de tareas básicas, como lo es el ahorro de la energía eléctrica, uso de sistemas inteligentes, o el uso de paneles solares, permitirá marcar la pauta para que a partir de la realidad encontrada se reestructure un plan que tenga la finalidad de crear un nuevo modelo que descansa en la sustentabilidad. Sin duda, el problema del daño irreversible que persiste en el planeta y que complica el cambio climático, es el uso excesivo de la energía eléctrica, por lo que se debe de tener en cuenta la enorme cantidad de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero, los cuales han acrecentado el diámetro del agujero de la capa de ozono con un promedio de diez millones de kilómetros cuadrados en la Antártida (Estación Científica Polar, 2015). Para disminuir los daños mencionados, se recomienda el uso de tecnología que ayude a minimizar el impacto a la capa de ozono, tales como lo es el uso de focos LEDS, paneles solares, sensores, entre otros. Sólo por mencionar un ejemplo se hace referencia a la energía solar. Esta energía es electricidad producida por el sistema solar, y puede igualar a la electricidad suministrada por la red eléctrica o por los grupos electrógenos. Esta energía puede emplearse para alimentar desde ventiladores, bombas o luces, hasta computadoras, maquinaria de una fábrica o todos los sistemas que las empresas necesitan para operar (García, 2009).

Esta tecnología da pie al uso de energías que contribuyen al cuidado del medio ambiente, las cuales son ya utilizadas por diferentes países en donde sus empresarios y sobre todo los del sector hotelero, como es el caso de España, en donde se hace referencia a la actitud que han tomado estos empresarios con el cuidado del medio ambiente. Martos citado por Ortega (2015), menciona que el nivel de Responsabilidad Social Empresarial [RSE] turístico de 10 cadenas hoteleras que pretenden llegar a ser hoteles sostenibles a través de herramientas de RSE, se distinguen por su alto nivel de interés en la sociedad y en el medio ambiente, adjudicándose a un cambio verdaderamente profundo. Con respecto a lo dicho, en el Plan Nacional e Integral de Turismo 2012-2015, el gobierno de España a través del Ministerio de la Industria de Energía y Turismo propone identificar y seleccionar los sistemas de certificación y marcas existentes en el mercado de turismo sostenible medioambientalmente, para apoyar aquellos que más se adecúan con la estrategia de Turespaña y cumplan con un nivel mínimo de estándar de producto (Gobierno de España, 2015). Al igual que el departamento de Calidad y Medio Ambiente de la Agencia Valencia de Turismo, la cual respalda las iniciativas que fomentan el respeto medioambiental y la eficiencia energética a través de la gestión crediti-

cia de hasta el 50% (Agencia Valencia de turismo, 2010). Además, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, considera a la sostenibilidad como uno de los sectores clave para la economía del país, directriz que se soslaya en su Plan de Turismo Español Horizonte 2020 (Consejo Español de Turismo, 2007).

La sostenibilidad forma parte de la gestión, mediante la implantación de Sistema de Gestión Ambiental ISO14001 (Normativa estándar internacional de gestión ambiental efectiva), norma que le da seguimiento a los aspectos ambientales, como lo son los vertidos, ruido, consumo de recursos naturales, emisiones, entre otras, en el sector hotelero (Lloyd's Register Quality Assurance, 2014). Certificaciones de esta índole deberían ser metas a alcanzar por las empresas del sector hotelero de Acapulco, pero para ello, se tiene que empezar con un proyecto integral en el que este destino turístico se distinga por contar con certificaciones de nivel mundial, que avalen a los empresarios decididos a comprometerse de una forma responsable con la sociedad, sobre todo con el medio ambiente. Sin duda, este sería el escenario más beneficioso para un destino como Acapulco, en donde el suministro de luz sea a través de la energía solar u otros sistemas que también ayuden al ahorro de la misma. Dichas acciones ya son practicadas en otros hoteles del mundo, los cuales son reconocidos por organismos internacionales.

Hoteles que implementan estrategias sustentables en el mundo para cuidar el medio ambiente.

En Copenhague, Dinamarca; *The Crowne Plaza Copenhagen Towers* tienen un compromiso ambiental que se refleja en sus paneles fotovoltaicos, pues emplean 53% menos de electricidad que los convencionales, además, toda la energía necesaria para su funcionamiento de calefacción proviene de fuentes renovables, basados en un sistema de aguas subterráneas, en donde se ahorran hasta un 90% para regular la energía que se utiliza para el clima del hotel. Este hotel ha logrado ser líder, pues ha alcanzado el nivel 4, el más alto de la Certificación *Green Engage* del Grupo Internacional de Hoteles, además de ser galardonado con la certificación ecológica *Green Key*, pues es el primero que ha cumplido con todas las normas del Programa de Construcción Verde de la Unión Europea y los estándares de Construcción Danesa para baja energía. Por su interés armónico con la naturaleza, también ya fue reconocido en el 2011 como el hotel más verde del mundo, por *Four Green Steps*, y por *Skal International*, como el Hotel más Verde Vanguardista del mundo por Travelcity. Para finalizar, se le entregó un premio en sustentabilidad por *The Sleep Event* (GreenCityTrips, 2016).

De acuerdo a lo mencionado por Antonio Martínez, presidente de la Asociación Provincial de Empresarios de Hostelería de Almería, un centenar de hoteles de provincia de Andalucía España se ahorran un 60% de energía eléctrica por usar paneles solares fotovoltaicos, lo que contribuye al desarrollo sostenible, al ahorro económico y además, es flexible en el suministro (Asociación Provincial de Empresarios de Hostelería de Almería [Ashal], 2016). Otro hotel es el *Daintree Eco Lodge & Spa* en Queensland, Australia, que es también muy destacado por su compromiso sustentable y se distingue por el uso de energía solar y luces LED, para cumplir con las normas internacionales de turismo sostenible establecidas por la Unión Mundial para la Conservación. Este hotel es consi-

derado por la Organización Mundial del Turismo y la Asociación Internacional de Ecoturismo como hotel ecológico. En Tanzania se encuentra el *Chumbe Island Coral Zanzibar*, reconocido también por ser de tipo ecológico debido al uso de energía solar y por recoger las aguas pluviales. Es denominado como destino de Largo Plazo (por su alto nivel de sustentabilidad) y reconocido por organismos internacionales en turismo sustentable (Moncada, 2016). Por otra parte, Costa Rica también es un pionero en energía verde, ya que ha generado el 85% de su electricidad a partir de fuentes renovables en los últimos tiempos. Pretende estar completamente libre de combustibles fósiles en tan sólo cinco años. Ese objetivo podría lograrse incluso mucho antes de lo previsto inicialmente. Quien también está acorde con la naturaleza es Port Antonio, Jamaica, debido a que el hotel *Mocking Bird Hill* ha practicado la sostenibilidad por más de 15 años y por el uso de energía solar, ha sido reconocido como el pequeño hotel más ecológico con el Globo de Certificación Verde. Pero el primero en ser Certificado de Oro por *Leadership in Energy & Environment Design [LEED]* es el *Gaia Napa Valley Hotel & Spa, American Canyon* (Green Building Council, 2016). Según Frey Architekten, en Tabernash, Colorado, el hotel *Devil Thump Ranch* es reconocido por la Agencia de Protección Ambiental para el Desarrollo Responsable y la Previsión Histórica. Este hotel, al igual que los anteriores, es de tipo ecológico por implementar estrategias sustentables, tales como el usar energía geotérmica y el reciclaje de sus residuos. Otro país que también está en esta sintonía es Chile, pues es parte de una tendencia mundial donde la energía solar se ha duplicado 7 veces desde el 2000. Mientras, en Alemania también se está llevando a cabo un proyecto de vivienda conocido por el nombre de *Heidelberg Village*. Esta área está siendo construida de acuerdo a cinco principios, que son; la ecología, la accesibilidad, la integración, la innovación y la rentabilidad. (Projects - Heidelberg Village, 2016). Otro dato relevante que se puede evidenciar aquí, es que en USA la tecnología de la energía solar ha crecido más de 100 veces en la última década, por lo que se considera que sigue avanzando en este renglón (Finat, 2016). También cabe mencionar que el edificio estándar de construcción verde más avanzado, es el centro *Kern* de 17.000 pies cuadrados, diseñado por *Bruner de Cott & Associates*, ya que está diseñado "para ser completamente autosuficiente". Para alcanzar estos objetivos, el centro funciona con energía solar, está equipado con baños ecológicos e incluye un sistema de recogida de aguas pluviales (Cott, 2016). Se observa cada vez más esta tendencia hacia el uso de energía renovable y quizás en México no se contemple de una manera tan contundente, pero existen indicios de toda esta responsabilidad empresarial, dado que sí se cuenta con algunos hoteles que ya buscan ser reconocidos como hoteles ecológicos y como prueba, se mencionan algunos de ellos:

Hoteles que implementan acciones sustentables en México.

En la Ciudad de México se encuentra el *Patio 7*, el *Hacienda Tres Ríos*; en Morelos se encuentra el *Hotel Misión del Sol* y existe otro en Quintana Roo, por lo que el gobierno mexicano lo ha reconocido como un "modelo regional y nacional para el desarrollo del turismo sustentable" ya que ha recibido el reconocimiento de World Travel Awards. Por otro lado, está el *Posada Dos Ceibas* a un

costado de la playa virgen de Tulum y junto a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en Quintana Roo. Otro hotel es el *Majahuilas Hotel Verde* que se distingue por utilizar energía solar y se ubica en Puerto Vallarta, Jalisco. Otro el hotel verde, *El Hotelito*, convive armónicamente con el entorno natural gracias al uso de productos de fácil degradación, plantas de tratamiento de agua y sistema de paneles solares. Por las noches no prenden la luz, optando por las antorchas y velas y se ubica en Jalisco.

Sin duda, todo lo anterior nos permite pensar que en México pareciera que existe una preocupación en el sector hotelero en torno a esta problemática del calentamiento global, reconociendo su importancia en la contribución del cuidado de los recursos naturales. Sin embargo, a nivel estatal en Guerrero, no se observa la existencia de muchos hoteles ecológicos, pero sí algunos que se citan a continuación.

El *Playa Viva*, ubicado en Juluchuca, Guerrero, cuenta con paneles solares para calentar el agua. Otro es el *Playa Viva Ixtapa*, este hotel es completamente sustentable en la costa del Pacífico. La energía eléctrica que se utiliza en el hotel es captada a través de diversos paneles solares ubicados en la entrada del complejo.

Metodología

Con lo antes expuesto, se considera que si bien los empresarios hoteleros de Acapulco han hecho su mejor esfuerzo por brindar un excelente servicio con sus instalaciones a los turistas, entonces es el momento de que también adopten una actitud de cambio profundo para mostrar RES, como se ha hecho en otros países. Por eso, es importante enfatizar una pregunta para ellos ¿Qué tan provechoso sería contribuir al cuidado del medio ambiente al realizar acciones que les ayuden a cuidar el medio ambiente buscando cambiar el modelo turístico? Acaso con los nuevos avances tecnológicos y el ahorro que genera el uso de tecnología ahorradora no sería posible cambiar éste modelo. Si otros lo han logrado, ¿Por qué en Acapulco este sector no lo ha hecho? Es un reto para este sector iniciar un modelo que contribuya al cuidado del medio ambiente, logrando así ser parte de los destinos turísticos competitivos y vanguardistas. Que destaquen por estar a la altura de las circunstancias trazadas por los principios que enmarcan las tendencias que los objetivos del milenio, citados en la Declaración del Milenio del Plan de Implementación de Johannesburgo de la Cumbre de Desarrollo Sostenible.

Con estas preguntas dirigidas a los empresarios, se planteó una metodología para conocer cuáles son las estrategias que implementan los empresarios del sector hotelero de Acapulco, enfocadas en contribuir al cuidado del medio ambiente. Este estudio es de tipo exploratorio-descriptivo, y transversal ya que, de acuerdo a Hernández, Fernández, y Bastida (2006), se recolectaron datos del entorno asociándolas a las variables en un solo momento, y en tiempo único. Los resultados que se obtuvieron fueron interpretados sin sesgar la información obtenida. Aquí la inferencia del investigador es nula, por lo que el estudio aparece como observacional. El enfoque metodológico es de corte cualitativo, pues solo se buscó hacer un análisis situacional (Salkind, 1998). La escala que se utilizó es nominal. La técnica utilizada para la recolección de información, fue la encuesta descriptiva prospectiva mediante la aplicación de un cuestionario con opciones de respuesta múltiple. El

cuestionario fue estructurado a partir de una sola dimensión, como fue el caso del cuidado del medio ambiente a través del ahorro de la energía. La elaboración del instrumento que recogió esas opiniones, atravesó por un proceso sistemático, que dio inicio con el piloteo que se llevó a cabo de manera no probabilística, para después recurrir a un estadístico que le diera confiabilidad y validez.

La hotelería de Acapulco se localiza en 4 segmentos territoriales (Zona Tradicional, Dorada, Diamante y Pie de la Cuesta). Por ser una población pequeña de 42 hoteles, se decidió realizar un censo a los hoteleros y exclusivamente se seleccionó a los gerentes de los hoteles de la categoría 4 estrellas hasta la de gran turismo, específicamente en la Zona Dorada y Diamante, con solo un sólo hotel en la Zona Tradicional, integrando así la población objetivo.

Resultados

El resultado y análisis de la investigación nos muestra la situación real en que se encuentra el sector hotelero del puerto de Acapulco, en cuanto a su concientización ambiental, cultural y acciones que implementan para contribuir al cuidado del medio ambiente. Queda de manifiesto la falta de compromiso profundo con la sociedad, con los problemas ambientales y con el futuro turístico de Acapulco. Esto permite identificar que no se practican las herramientas de la RSE, ya que dejan claro que no tienen interés por resolver las carencias de estrategias sustentables que se observan en sus instalaciones. Al hacerles la pregunta: ¿Cuenta con paneles solares? se encontró que del 100% de los encuestados, solo el 21.43% contestó que sí implementan paneles solares en sus instalaciones. Esto quiere decir que en un porcentaje menor, los hoteleros de la categoría 4 estrellas a la de Gran turismo de Acapulco están invirtiendo dinero en la instalación de paneles solares en sus hoteles. Sin embargo, debe de contemplarse que una gran mayoría de estos empresarios no demuestran interés por implementar en sus instalaciones otro tipo de energía que les permita ayudar a disminuir los problemas del cambio climático, pues el porcentaje denota que aún no están conscientes de los problemas que genera el calentamiento global, que tanto está afectando al ser humano. Pasando a la segunda pregunta: ¿Cuenta con otro tipo de energía que sustituya a la eléctrica en el área? Contestaron en un 37.71% que sí usaban otro tipo de energía por cuestiones de emergencia, siendo esta una planta eléctrica. Por lo que el resto, que es un porcentaje alto del 64.29%, contestaron que no usaban otro tipo de energía ya que solamente contaban con la energía de la Comisión Federal de Electricidad [CFE]. Esto quiere decir que, en un alto porcentaje, los empresarios del sector hotelero del puerto de Acapulco no manejan ningún otro tipo de energía, a excepción de los que usan plantas eléctricas de emergencia. Por lo tanto, descartan otro tipo de energía. Sin duda, la falta de visión no les permite ver la pérdida económica que tienen en sus empresas, pasando desapercibidos los beneficios que podrían obtener si se preocuparan por contribuir al cuidado del medio ambiente con el ahorro energético. En la pregunta tres se planteó: ¿La iluminación de las habitaciones les ayuda en el ahorro de la energía eléctrica? A lo que contestaron que el 76.19 % de la iluminación de las habitaciones sí sirven para ahorrar energía. El resto (23.81%) dijo que no. Lo anterior deja ver que, por lo menos en cuanto a la iluminación en las habitaciones sí se practican

acciones que contribuyen al cuidado del medio ambiente, ya que la mayoría usan menos iluminación. Se puede decir que en un porcentaje alto ya empiezan a preocuparse por el ahorro de energía en cuanto a la iluminación dentro de las habitaciones. En la pregunta cuatro ¿Cuentan con electrodomésticos en las habitaciones y son ahorradores de energía? Encontramos que en este caso sucede todo lo contrario al resultado anterior, ya que el 69% dijo que sus electrodomésticos no son ahorradores de energía. Es decir, que los empresarios del sector hotelero de Acapulco dentro de sus instalaciones no tienen la cultura de invertir en electrodomésticos ahorradores de energía. Esto permite afirmar que desconocen la información tecnológica que se está aplicando en los aparatos electrodomésticos. Y en cuanto a comprobar si cuentan con sistemas inteligentes para el ahorro de energía en las habitaciones, se obtuvo como resultado que el 66.67% dijo no contar con ningún tipo de sistema inteligente que les ayude al ahorro de energía. El porcentaje restante se divide entre el 14% para focos ahorradores, el 9.52% sensores de movimientos y en porcentajes aún más pequeños mostraron no comprender la pregunta. Esto indica que una falta de cultura ambiental y de la RSE por los empresarios. Éstos resultados indican que aún dista mucho para que los hoteles en Acapulco sean parte de las empresas reconocidas por organismos certificadores en cuidado del medio ambiente, y que además, no quieren invertir en sistemas inteligentes ahorradores de energía o en estrategias para contribuir a la reducción del efecto invernadero. Por otro lado, también se le preguntó: ¿Cuenta con colectores solares térmicos para tener agua caliente? Solo el 14.29% dijo que sí contaban con colectores solares térmicos para tener agua caliente, mientras que el 85.71% contestó no contar con dichos colectores. Esto significa que en una gran mayoría del sector hotelero de Acapulco se encuentra sumergida en la apatía por contribuir al cuidado del medio ambiente y en el desconocimiento de técnicas y estrategias para cuidar los recursos naturales desde sus empresas. Estas dos situaciones al interior de este sector, dañan mucho el entorno natural del puerto de Acapulco. También desconocen los grandes beneficios que obtendrían si implementaran estrategias verdes, o mejor dicho, sustentables. Las estrategias que se implementan en otros países, como en España, Dinamarca, Australia, Costa Rica, Jamaica, etc. no han sido aceptadas o implementadas por los hoteleros de Acapulco como un referente que les anime a seguir el modelo sustentable que ya se implementan en sus otros países. Se necesita con urgencia insistir en que los hoteleros de Acapulco reflexionen acerca de la importancia que tiene el realizar prácticas sustentables, que les ayude en primer lugar, a jugar un papel responsable con la naturaleza y en segundo lugar, a lograr ahorros significantes para sus propias empresas.

En el último punto se preguntó: ¿Cuánto pagan bimestralmente por el servicio eléctrico en el hotel? Se encontró que los empresarios del sector hotelero del puerto de Acapulco de las categorías 4 estrellas y Gran Turismo, en materia energética desembolsan un aproximado de 16 millones 103 mil 584 pesos bimestralmente como pago a la CFE. Considerando que en Acapulco no todo el tiempo es temporada alta, este gasto económico para los empresarios suele ser muy excesivo. Es por eso que deben de reestructurar las estrategias ambientales que manejan en sus insta-

laciones en materia energética, para lograr un ahorro aproximado como el que tienen los empresarios de Andalucía, España.

Conclusiones

Considerando la hipótesis de esta investigación, en donde se argumentó que el sector hotelero de Acapulco en un alto porcentaje no implementa acciones dentro de sus instalaciones, que les permita realizar estrategias del cuidado del medio ambiente en materia energética y, por tanto, no participa en la conservación de los recursos naturales que le dan razón de existencia al destino turístico como lo es el puerto de Acapulco. Se puede concluir que esta hipótesis es válida de acuerdo a los resultados obtenidos.

Los datos arrojados ponen de manifiesto que un alto porcentaje de empresarios que no implementan estrategias para el cuidado del medio ambiente. La falta de estrategias no permite al puerto certificarse como un destino sustentable, es decir; los empresarios no se interesan por la tecnología ecológica (verde) para tal ejercicio, como son los paneles solares u otro tipo de producción de energía renovable. No cuentan con electrodomésticos ahorradores de energía y tampoco utilizan sistemas inteligentes como sensores de movimiento, entre otros. En menor medida, usan colectores térmicos para calentar el agua y aun cuando un alto porcentaje implementa iluminación ahorradora de energía en las habitaciones, se encuentra que de acuerdo a los resultados, se agudiza aún más el deterioro de la economía, no solo de los empresarios sino del resto de los acapulqueños, ya que al no haber suficiente movimiento económico en el puerto, se tiene como una de las primeras consecuencias precisamente el desempleo.

Lo anterior permite tener un parámetro de lo complicado que puede ser el que no se cuente con un cierto nivel de concientización ambiental, por parte del empresario hotelero de Acapulco. Se puede decir que este nivel de conciencia está por debajo de los estándares requeridos. Sin minimizar los esfuerzos que se han hecho hasta este momento. Para pertenecer al grupo de empresarios organizados, que destacan por ser un sector con Responsabilidad Social Empresarial, se hace un llamado para que los empresarios tengan a bien a unirse en relación a un proyecto empresarial integral en el que se plantee como eje principal la sustentabilidad. Para ello se requiere un poco más de esfuerzo que los oriente a un interés profundo por contribuir al cuidado de los recursos naturales del planeta. Insistiendo en los resultados de esta investigación, se afirma que los empresarios no tienen visión de los beneficios que pueden obtener al implementar acciones que contribuyan a la disminución del cambio climático.

Por eso, se concluye que los empresarios en un 80% del sector hotelero de Acapulco, no reciben los beneficios que les puede brindar la sustentabilidad. Ellos desconocen que al usar el modelo turístico sustentable, tendrían distinciones, y reconocimientos por formar parte del gremio de empresarios responsables con el medio ambiente, así como lo interesante de usar estas energías verdes o renovables. Otro punto que también se encontró, es que no se percatan de que podrían tener un ahorro posible de un 60% de los 16 millones 103 mil 584 pesos que gastan en energía eléctrica actualmente, es decir, obtendrían un ahorro de 9 millones 662 mil 150 pesos.

Este ahorro podría ser un aliciente para que los empresarios reflexionen acerca de las pérdidas que tienen por falta de una conciencia ambiental, así como una gran apatía y desconocimiento del tema. Por tal razón, se está trabajando en una

propuesta específica con estrategias y acciones que pueden ayudar a disminuir esta problemática que se vive actualmente con los empresarios hoteleros del puerto de Acapulco. Esperando así, desde este compromiso académico, aportar el esfuerzo de la ciencia para mejorar la calidad de vida de los acapulqueños, mejorando la concepción que deben tener los empresarios para poder contribuir al cuidado de los recursos naturales y sobre todo, reeducando al turista para que también colabore en pro del medio ambiente, logrando con ello, un mejor servicio para las actuales y futuras generaciones de turistas.

Referencias

- Agencia Valencia de Turismo, (2010) *Plan estratégico global, una realidad en beneficio del turismo de la comunidad de Valenciana 2010-2020*. INVAT-TUR, Generalitat Valencia.
- Asociación Provincial de Empresarios de Hostelería de Almería (Febrero 11, 2016). *Jornadas de eficiencia energética del Instituto Tecnológico Hotelero*. ASHAL. Obtenido de: <http://www.ashal.es/todas-las-noticias.php>
- Calabuig, C. (2008). *Agenda 21 local y gobernanza democrática para el desarrollo humano sostenible*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Consejo Español de Turismo. (2007). *Plan de Turismo Horizonte 2020*. España: Consejo de ministros, Gobierno Vasco.
- Cott, R. (2016). *Mundo solar*. USA: Universidad de Hampshire.
- Earthcheck (Febrero 11, 2016). *The world's leading scientific benchmarking, certification and advisory group for travel and tourism*. (n.d.). Obtenido de <https://earthcheck.org/>
- Estación Científica Polar, Glaciar Unión, (2015). *Record del Agujero de la Capa de Ozono*. Chile: Universidad de Santiago de Chile.
- Finat, C. (2016). *Energías renovables*. Chile; Bloomberg New Energy Finance.
- García, J. (2009). *Calculo de la energía solar*. México: Belisco ediciones.
- Gobierno de España, (2015). *Plan Nacional e Integral de Turismo*. España: Ministerio de Industria de Energía y Turismo.
- Green Building Council (2016). *USA: Certificaciones Leed, Breem y Verde*. USA: GBC
- Green City Trips (Julio, 11, 2016). *Crowne Plaza Copenhagen Tower Denmark*. Obtenido de: <https://greencitytrips.com/review-crowne-plaza-copenhagen-towers-hotel/>
- Loy's Resister Quality Assurance (2015). *Actualización de normas ISO*. Reino Unido: Foro IEMA EMS.
- Moncada, L. (2016). *El Top tres de hoteles con paneles solares*. Ciudad Juárez, Chihuahua, MX. Negocios y Convenciones,
- Ortega, G. (2015) *20º Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional*. México-Cuernavaca Morelos, Crim-UNAM. MX: Universidad de Autónoma de Guadalajara.
- Projects - Heidelberg Village. (Julio 11, 2017). *Living Community*. Obtenido de: <http://www.freyarchitekten.com/en/projects/heidelberg-village/#read-more-3498>
- Salkind, J. (1998) *Métodos de investigación*. Prentice Hall. México.
- Sociedad Internacional de Ecoturismo. (2011). *Segunda Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático y Turismo*. ONGDCAM. Comunidad de Madrid.
- World Tourism Organization (2007). *Cambio climático y turismo Responder a los retos mundiales*. WTO. Obtenido de <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/summarydavoss.pdf>



Los dilemas éticos de la Universidad Autónoma de Guerrero frente a su nueva Ley Orgánica

Colette Dugua Chatagner^{1*}
Elvia Garduño Teliz¹
José Alfredo Pineda Gómez¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Comisión Coordinadora del V Congreso General Universitario. Av. Javier Méndez Aponte s/n. Col. Servidor Agrario. Chilpancingo, Gro. México. C. P. 39070. Tel: +52 (747) 4719310. Ext. 3056

*Autor de correspondencia
dugua01@yahoo.com

Resumen

En octubre de 2015, la Universidad Autónoma de Guerrero realizó su V Congreso General Universitario, y en abril de 2016 el Congreso Local aprobó y publicó la nueva Ley Orgánica que plasma lo esencial de los resolutivos de dicho Congreso. Estos resolutivos se centraron en dos grandes ejes temáticos: el modelo de organización y gestión académica, y el modelo de gobierno y sistema electoral. En el conjunto de las reformas aprobadas permea la dimensión ética del quehacer universitario. Muchas preguntas acompañan el inicio de esta etapa institucional que ya cuenta con un nuevo marco legal; sin embargo, una de ellas parece fundamental: ¿Cómo construir una cultura de la legalidad en la Universidad Autónoma de Guerrero sobre esta nueva base jurídica? Las normas son necesarias pero no suficientes. Se adelanta aquí la hipótesis de que, para su cumplimiento cabal, se requiere de una conciencia clara en cuanto a la dimensión ética de las acciones, tanto individuales como colectivas al interior de la institución. En el presente trabajo se plantean algunas reflexiones sobre la ética, los derechos humanos, la sustentabilidad y la formación integral. Después, se hace mención de algunos artículos de la nueva Ley que aluden a estos conceptos y abonan esta dimensión humana y ética de la vida universitaria, con el fin de problematizarlos en términos de dilemas éticos, en aras de su aplicación.

Palabras clave: ética, derechos humanos, sustentabilidad, Universidad Autónoma de Guerrero

Abstract

In October 2015, the Autonomous University of Guerrero organized the V University General Congress, and in April 2016, the local Congress approved and published the new Organic Law which captures the main resolutions of the University Congress. These resolutions are focused on two major themes, as follows: academic organization, management model, and the government and electoral system model. In all the reforms approved permeates the ethical dimension of university life. Many questions come with the start of this institutional phase that has a new legal framework; however, one of them seems fundamental: How to keep building a culture of legality within the Autonomous University of Guerrero sustained this new legal basis? The standards are necessary but not sufficient. A hypothesis is presented: for its full implementation, it requires a clear understanding of the ethical dimension of the actions, both individual and collective, within the institution. In this essay, some thoughts about it are based on some conceptual definitions such as ethics, human rights, sustainability and all-round education. Then some articles of the new law are mentioned, which refer to these concepts and add this human and ethical dimension of university life. This, in order to have a critical discussion about them, in terms of ethical dilemmas and thinking about their application.

Keywords: ethics, human rights, sustainability, Autonomous University of Guerrero

Como citar el artículo:

Dugua Chatagner, C., Garduño Teliz, E. y Pineda Gómez, J. A. (2017). Los dilemas éticos de la Universidad Autónoma de Guerrero frente a su nueva Ley Orgánica. *Tlamati*, 8(2), 48-55.

Introducción

La comunidad universitaria avaló los acuerdos del V Congreso General Universitario que se llevó a cabo en octubre de 2015, los cuales quedaron plasmados en su Ley Orgánica, Estatuto General y Reglamentos, recientemente aprobados por el Honorable Consejo Universitario [HCU].

Los resolutivos de dicho Congreso se centraron en dos grandes ejes temáticos: el modelo de organización y gestión académica, y el modelo de gobierno y sistema electoral. En la situación actual, el quehacer universitario asume una dimensión ética al establecer reformas que abordan la necesidad de incluir un enfoque de derechos humanos en la vida universitaria, lo cual se expresa de manera particular en la creación del Tribunal Universitario, la rendición de cuentas mediante la ampliación de las funciones y atribuciones de la Contraloría, la obligatoriedad de rendir informes anuales de los directores y rectores, el establecimiento de auditorías internas anuales de las direcciones de unidades académicas y auditorías externas anuales en el caso del Rector, la creación de una Comisión Anti-Corrupción Académica, así como la inclusión del enfoque de derechos humanos y sustentabilidad para coadyuvar a la formación integral del estudiantado.

El aporte que brinda este trabajo a la comunidad universitaria se sustenta en la reflexión que debe hacerse respecto a la construcción de una cultura de la legalidad, puesto que las normas son necesarias pero no suficientes. Se adelanta aquí la hipótesis de que, para su cumplimiento cabal, se requiere de una conciencia clara en cuanto a la dimensión ética de las acciones, tanto individuales como colectivas, al interior de la institución.

Se plantean a continuación algunas reflexiones al respecto, partiendo de unas definiciones conceptuales como son la ética, los derechos humanos, la sustentabilidad y la formación integral. Después, se hace mención de algunos artículos de la nueva Ley que aluden a estos conceptos y abonan esta dimensión humana y ética de la vida universitaria con el fin de problematizarlos en términos de dilemas éticos, pensando en su aplicación.

La ética, los derechos humanos, la sustentabilidad y la formación integral

Se presentan a continuación unas definiciones básicas de los conceptos de ética (diferenciada de la moral), de los derechos humanos (sin entrar a detalle, lo que sería motivo de otro trabajo), de la sustentabilidad (problema ético de primera importancia y principio del Modelo Educativo de la UAGro), así como unas reflexiones acerca de la formación integral enunciada en el modelo educativo de la Universidad y refrendada en su nueva Ley. Con ello, se pretende articular dichos conceptos porque no se puede comprender y menos aplicar cada uno de ellos sin establecer una conexión entre sí: la ética se refiere a la regulación de las relaciones y conductas humanas en pro del bien común; los derechos humanos representan la propuesta ética y política para orientarlas, poniendo en el centro de su filosofía la dignidad humana y la justicia; la sustentabilidad plantea el problema ético de la relación de la sociedad con su entorno, hoy cuestionada por sus efectos destructivos. Así pues, la Universidad tiene la obligación de incluir estos grandes temas dentro de su normativa y sus programas educativos, como parte esencial de la formación integral que declara ofrecer.

Según Herbert de Souza, “la ética es un conjunto de principios y valores que guían y orientan las relaciones humanas. Esos principios deben tener características universales, requieren ser válidos para todas las personas y para siempre” (citado por Ahlert, 2007).

El ser humano, a diferencia del animal, es un ser consciente de sí mismo y libre, tiene en cada situación un abanico de posibilidades entre las cuales tiene que escoger, decidir por cuál opta y cuál o cuáles descarta. Esta libertad va con el principio intrínseco de la responsabilidad. Por lo tanto, el ser humano es responsable de sus actos, frente a sí mismo y frente a los demás, es decir, tiene que justificar sus opciones. Sin embargo, las decisiones se toman con base en ciertos referentes culturales, religiosos, políticos u otros, que conforman lo que es la moral, con códigos y normas específicas propias de una época histórica determinada. En otros términos, la ética tiene una dimensión filosófica y política universal, propia de todo ser humano, mientras la moral no es absoluta, sino relativa al momento histórico y a la cultura del contexto. Entonces, esos códigos morales históricamente construidos deben ser evaluados en su potencial humanizador, en su capacidad para resguardar y promover aquellos valores universalizables. Por su parte, la ética es la que revisa y cuestiona el sentido, la dirección y los contenidos de los proyectos humanos (Cussianovich, 2001).

La dimensión ética del saber es también la proyección social, comunitaria y solidaria de la vida humana. Revela que la responsabilidad que cada quien tiene ante sí mismo y su propia conciencia, la tiene en el fondo ante los demás. En este sentido, el bien propio debe coincidir con el bien de los otros. El profesionalismo no es otra cosa que la responsabilidad básica manifiesta en el trabajo bien hecho. La propia formación académica conlleva el desarrollo simultáneo de disposiciones éticas fundamentales orientadas a un aprendizaje significativo. Por lo tanto, aprender (y también enseñar) implica un compromiso y una responsabilidad moral individual, en términos de dedicación, responsabilidad y honestidad frente al saber (González, 1996).

El filósofo Fernando Savater plantea que frente a la crisis de valores y de la ética en el contexto del desencanto de la sociedad actual, se deben considerar tres temas: el amor propio como fundamento de la ética, la virtud como individualismo y el reconocimiento activo de los derechos humanos. Para Savater, la ética está fundada en la dimensión consciente y creadora de la personalidad humana que puede denominarse “voluntad humana”; es un querer o rechazar, un querer potenciarse, experimentar en busca de las más altas posibilidades; es lo que debe entenderse como “amor propio”, en la práctica de la libertad. Va acompañada de la disposición para actuar e insertarse en el mundo (Savater, 2002).

Sobre la base de estos presupuestos epistemológicos con relación a la ética y la moral, se puede describir a los derechos humanos como horizonte ético, proyecto humanizador y fruto del pensamiento humano, que tiene como centro la dignidad humana. Hoy, los derechos humanos son un factor de consenso universal para exigir mínimos de justicia, de paz y concordia entre personas y pueblos. Han de ser reconocidos, respetados, promovidos, defendidos y garantizados por los Estados, las instancias de socialización (familia, escuela, etc.), los movimientos y

organizaciones sociales, políticas y culturales, en beneficio tanto de las personas como de las comunidades.

Sin embargo la ética, con la modernidad, fue eliminada de las relaciones humanas y de las cuestiones de convivencia por la ciencia positivista, por la racionalidad técnica y científica, utilitarista, promotora del poder, del poder del dinero y de la producción, como resultado de políticas neoliberales llevadas a cabo por las potencias económicas del planeta. Las características de esta nueva fase del capitalismo están centradas en la globalización de la economía, en el fin de las fronteras económicas, en el desmantelamiento del Estado y en la destrucción de los derechos sociales, tales como salud, educación, vivienda, transporte, comunicación, estabilidad de empleo, desvalorización y destrucción de las economías microrregionales. Por ello, “la urgencia de la cuestión ética” (Ahlert, 2007).

El mismo autor señala que en el hemisferio sur, donde residen dos tercios de la población mundial, el problema mayor para que los derechos humanos se hagan efectivos es la brutal exclusión social, fruto del modelo económico que concentra los ingresos y el poder que tiene como centro de la vida el mercado absoluto y descarta toda consideración con relación a estos derechos.

De acuerdo con Alvorí Ahlert (2007), la velocidad de las transformaciones tecnológicas y la realidad resultante de ellas requieren una modernidad que defina objetivos y no medios; objetivos definidos con base en sentimientos humanos, de una humanidad con efectiva participación, y no de intereses privados. Significa repensar el propio Estado, desprivatizarlo para tornarlo democrático, para que todos tengan acceso a lo esencial. Una ética de la libertad para poner fin al *apartheid* social, una vida con calidad para todos, y una ciencia que responda a las necesidades reales de todos y de todo, seres humanos y su entorno. Los derechos humanos son de todas las personas, sin excepción, y se refieren a un sinnúmero de campos de la actividad humana: el derecho de ir y venir sin ser molestado; el derecho de ser tratado por los agentes del Estado con respeto y dignidad, aunque se haya cometido una infracción; el derecho de ser acusado dentro de un proceso legal y legítimo, sin ser sujeto a torturas y malos tratos; el derecho de exigir el cumplimiento de la ley; el derecho de ser, pensar, creer, de manifestarse o de amar sin tornarse objeto de humillación, discriminación o persecución. Son aquellos derechos que garantizan una existencia digna a cualquier persona.

En la Universidad, la educación con un enfoque en derechos humanos sería entonces, un trabajo ético, crítico, político y militante, situado en contextos reales y concretos, hacia la construcción de contextos deseables, expresado en las prácticas académicas y las relaciones sociales de toda la comunidad universitaria. En este sentido, a la denuncia de la sociedad actual, se suma el anuncio de la sociedad posible (Pérez Aguirre en 1991, citado por Rodino (1999).

Este compromiso de a la vez denunciar la realidad lacerante de hoy y anunciar el mundo posible de mañana, lleva a la Universidad a incluir, además de los derechos humanos, el tema de la sustentabilidad que representa actualmente un problema ético de primera importancia a nivel mundial. Basta con hacer referencia al preámbulo y los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada en la Resolución de la Asamblea General de las

Naciones Unidas el 12 de agosto de 2015, y elaborada desde la perspectiva de los derechos humanos. Documento que toda la comunidad universitaria debería conocer y apropiarse de su contenido (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

Conviene detenerse en algunos apartados del Preámbulo (ONU, 2015) y hacer una reflexión sobre algunos apartados, en el contexto universitario. El primer párrafo señala: “La presente Agenda es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. También tiene por objeto fortalecer la paz universal dentro de un concepto más amplio de la libertad. Reconocemos que la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, es el mayor desafío a que se enfrenta el mundo y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible”.

El planteamiento de esta Resolución es sumamente ambicioso: propone un plan de acción que considere a todas las personas y al planeta, visualizando un futuro mejor, con un horizonte de paz y libertad; un mundo sin pobreza, siendo ésta condición imprescindible para el desarrollo sostenible. Una institución de educación superior pública como la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), considerada además como la máxima Casa de Estudios en el Estado, no puede ignorar tal propuesta, porque la formación de las futuras generaciones es parte de su misión y de los principios de su modelo educativo.

En su tercer párrafo, dicha Agenda afirma que: “Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y las 169 metas que anunciamos hoy demuestran la magnitud de esta ambiciosa nueva Agenda universal. Con ellos se pretende retomar los Objetivos de Desarrollo del Milenio y lograr lo que con ellos no se consiguió. También se pretende hacer realidad los derechos humanos de todas las personas y alcanzar la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas. Los objetivos y las metas son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

Una parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio con sus metas al 2015 no se logró y han surgido nuevos desafíos; la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible los hace suyos para mantener el esfuerzo en esa misma dirección. Llama la atención la referencia explícita a los derechos humanos de todas las personas, la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas. Son estas tres metas que la Universidad también debería incluir en su Plan de Desarrollo Institucional de Gran Visión a 2035, además de los ejes de regionalización e internacionalización, y los ejes estratégicos centrados en la mejora de sus funciones sustantivas (UAGro, 2013b). Lo que importa es dar un sentido humano a lo académico, a su marco normativo y al propio desarrollo institucional.

Luego, la Agenda 2030 plantea que los objetivos y las metas estimularán durante los próximos 15 años la acción en las siguientes esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas entre países, instituciones y personas. La UAGro tiene esta posibilidad de firmar convenios con otras instituciones educativas del país o del extranjero, u otras organizaciones de la sociedad civil, como parte de su política de vinculación e internacionalización para coadyuvar al logro de dichas metas, en el marco de la

Responsabilidad Social Universitaria

En concordancia con el objetivo 4: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”, la UAGro asume una política de calidad e inclusión social, con su amplio programa de becas y servicios asistenciales a los estudiantes de bajos recursos (casas del estudiante, comedores universitarios, principalmente), así como su programa de atención a estudiantes indígenas. También en términos de inclusión, la igualdad de género se ha alcanzado en la matrícula, más no en las oportunidades de promoción, participación académica y política de la vida universitaria. Aún más grave, la perspectiva de género es un término que quedó excluido de la reforma universitaria, a pesar de que se incluyera en el Estatuto como una de las facultades y obligaciones del H. Consejo Universitario, la de “promover el principio de paridad de género en la integración de los órganos de gobierno de la Universidad” (art. 51, inc. VIII). En cuanto a la calidad, la Universidad ha desarrollado una política firme para elevar el nivel de los programas de educación media superior y superior; situación no equiparable a los programas de educación continua y certificaciones.

Los demás objetivos de la Agenda se refieren a diversos ámbitos donde la UAGro podría incidir de manera más significativa mediante la investigación y la vinculación, como sería el caso del combate al cambio climático y sus efectos (objetivo 13), la conservación y uso sostenible del mar (objetivo 14), recordando que el estado de Guerrero cuenta con 500 kilómetros de litoral con el océano pacífico; o la promoción y uso sostenible de las tierras luchando contra la desertificación y la pérdida de la diversidad biológica (objetivo 15).

El objetivo 16 coloca a la sustentabilidad en un marco de la mayor trascendencia: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles. Aquí está el mensaje para todas las instituciones de educación superior para que se comprometan a formar profesionistas que el día de mañana, participen activamente en el cambio y transición hacia una sociedad más justa, solidaria y sustentable. Este mensaje va dirigido a todos los integrantes de la comunidad universitaria desde los directivos, académicos, administrativos, investigadores, extensionistas y estudiantes, puesto que forma parte de la cultura ética que debe permear en su quehacer cotidiano para responder a la misión y visión institucional, dentro de los marcos normativos y académicos que sostienen su autonomía y carácter público.

Si bien los gobiernos tienen una responsabilidad directa con esta Agenda, la sociedad civil y las instituciones educativas (en particular las de educación superior) han de coadyuvar al logro de dichos objetivos. La Universidad Autónoma de Guerrero en particular, por una cuestión de ética y de responsabilidad social, no puede desconocer este llamado en pro del desarrollo sustentable, el cual se habrá de concretar en los programas educativos, las prioridades en investigación, así como los programas de vinculación.

Ahora bien, vale la pena detenerse un instante en el modelo educativo de la Universidad y establecer el vínculo entre el planteamiento de una formación integral y la inclusión de los derechos humanos y la sustentabilidad como

ejes centrales de la dimensión ética de sus programas educativos.

Los modelos educativos actuales, incluyendo el de la Universidad Autónoma de Guerrero, generalmente plantean una formación integral; es la propuesta de los 4 pilares de la educación de Jacques Delors: el saber conocer, el saber hacer, el saber convivir y el saber ser (Delors, 1997). Por su parte, Javier Pérez de Cuellar (1996), en su Informe de la Comisión Mundial de Cultura y Desarrollo, señala que “la búsqueda del desarrollo puramente económico ignora el desarrollo de la personalidad del ser humano que está en el centro mismo de todo proyecto educativo. Proceso integrado y destinado a transmitir conocimientos y valores, desarrollar competencias, formar y perfeccionar a las personas en todos los aspectos y en todas las etapas de sus vidas(...). La educación debe informar, brindar a los jóvenes conocimientos prácticos, pero también debe formar, permitir que den un sentido a sus actos para orientarlos hacia objetivos humanamente deseables y gratificantes”.

La ética precisamente apunta a que todo debe tener sentido cuando se toma una decisión. La ética profesional del docente y la del estudiante como futuro profesionista, van de la mano con su respectiva responsabilidad social. La ética docente debe llevar a preguntarse: ¿Qué enseño, para qué y para quién?, ¿Qué investigo, para qué y para quién? Y la ética del estudiante: ¿Qué estudio, para qué y para quién? ¿Cómo estudio, para qué y para quién?

Al respecto, se plantea la necesidad de relacionar los principios del Modelo Educativo que sustentan la vida académica con lo establecido por la Ley Orgánica en cuyo planteamiento destaca “la formación de la nueva ciudadanía” y se mantiene en su sistema de elección el voto directo, universal, secreto y libre, así como las libertades de cátedra e investigación. En esta perspectiva, la Universidad debe ser para los y las estudiantes que pasan por sus aulas, un espacio donde, sin descuidar la formación con calidad y pertinencia, los eduque en el ámbito de la responsabilidad política y del ejercicio pleno de los derechos; (Gobierno del Estado, 2016). Por lo tanto, la formación ciudadana es necesariamente parte de la formación integral y obliga a la comunidad universitaria a reencauzar los procesos electorales hacia los principios de la democracia y abandonar las prácticas antiéticas de la manipulación.

De acuerdo con Ana María Rodino (1999), en América Latina se está poniendo énfasis en la dimensión ética de la educación. Se está recuperando estos fines como contrapeso necesario a las tendencias economicistas y tecnocráticas que han orientado muchas reformas educativas en el continente durante las tres últimas décadas. Así pues, educar en valores, de manera transversal y a todo lo largo del sistema formal, implica cambios en la formulación de los objetivos y contenidos de los programas de estudio y en las orientaciones didácticas a los docentes. La meta de la educación en derechos humanos es forjar sociedades donde no se atropelle la dignidad humana.

La misma autora señala que, entre los criterios más importantes que deben conformar el marco metodológico para los educadores, están:

- Orientar todas las acciones educativas por los valores de derechos humanos.
- Revisar y promover que se examinen las actitudes y conductas personales con los parámetros valóricos de los

derechos humanos.

- Propiciar procesos que conduzcan a aprendizajes, antes que la transmisión de información, o la búsqueda de productos predeterminados.

- Promover la participación activa de los destinatarios en sus procesos de aprendizaje.

- Apelar a los educandos como seres integrales (personas con percepciones, ideas, juicios y prejuicios, emociones, afectos, espíritu lúdico, voluntad de acción) y también individuales (diferentes uno del otro).

- Vincular los contenidos educativos a la realidad cercana -el aquí y ahora- de los educandos, para que logren significatividad psicológica y social para ellos.

- Movilizar la reflexión y la acción consciente.

- Problematizar el conocimiento.

- Asumir los conflictos como posibilidades de aprendizaje y enseñar a resolverlos constructivamente.

- Potenciar al grupo como un espacio de aprendizaje y cooperación.

- Promover el diálogo.

- Propiciar la motivación y el involucramiento emocional de los educandos.

Esos criterios representan una invitación dirigida a los responsables de la formación y actualización pedagógica del personal docente de la Universidad para incluirlos de manera sistemática en los programas correspondientes, con una visión ética de la formación académica.

Los dilemas éticos de la UAGro frente a su reforma de 2016

Teniendo en mente este marco referencial, se puede hacer una lectura detenida de algunos artículos de la nueva Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Guerrero de 2016 (Gobierno del Estado de Guerrero, 2016).

En el Artículo 7 se especifica: La prioridad de promover y respetar los derechos humanos, dentro y fuera de la Universidad, de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad; en particular el valor de la justicia, la solidaridad, la observancia a la ley, la igualdad de los individuos ante ésta, la democracia y la cultura de paz, certeza, legalidad, imparcialidad, objetividad, eficiencia, racionalidad presupuestaria, profesionalismo, responsabilidad, transparencia, máxima publicidad y rendición de cuentas, así como aquellos principios consustanciales a su específica función, en el marco de las leyes orgánicas y secundarias respectivas.

¿Cómo cumplir con este artículo referente al respeto y la promoción de los derechos humanos, dentro y fuera de la Universidad? El respeto y la promoción de los derechos humanos, con sus principios y valores, implica una toma de conciencia por parte de la comunidad universitaria y de sus autoridades, lo que significa asegurar que se fomente y ponga en práctica estos derechos, y para ello es necesario un desarrollo de políticas internas adecuadas, difusión, participación, asignación presupuestal, creación de espacios, entre muchas otras estrategias y acciones. Uno de los mayores riesgos es justamente que dicha propuesta quede en el discurso y no se llegue a plantear acciones concretas, a insertar el enfoque de derechos humanos y de sustentabilidad en la vida cotidiana universitaria, en la formación y

actualización de la planta docente y en los contenidos de los programas educativos.

El Artículo 8 establece que la Universidad Autónoma de Guerrero tendrá como fines, entre otros, los siguientes:

I. Contribuir al logro de nuevas y mejores formas de existencia y convivencia humana, así como promover una conciencia universal, humanista, nacional, libre, justa y democrática.

II. Formar y actualizar de manera integral a bachilleres, técnicos, profesionales posgraduados, profesores universitarios e investigadores en función de sus necesidades académicas y de los requerimientos de la entidad y la nación, (...).

VI. Generar desde un enfoque de derechos humanos y sustentabilidad, planteamientos alternativos para la construcción de una sociedad que permita desarrollar formas más plenas y significativas de relación del ser humano consigo mismo, con los otros y con la naturaleza.

¿Cómo cumplir con el artículo 8 y garantizar una formación y actualización integral a los y las estudiantes, en función de sus necesidades académicas y de los requerimientos de la entidad y la nación? ¿Cómo generar en el personal docente una cultura de calidad y ética profesional para asegurar la formación integral con enfoque de derechos humanos, y asegurar la inclusión de la sustentabilidad en los contenidos de los programas educativos?

El Modelo Educativo de la UAGro contempla las dimensiones de ética y responsabilidad social, haciendo suyos los 4 pilares de la educación de la UNESCO e incorpora en el eje socio-axiológico de los programas de educación superior los temas transversales de derechos humanos y sustentabilidad (UAGro, 2013a), lo que representa un avance significativo en cuanto a la formación profesional. Sin embargo, falta un largo camino por recorrer para hacer efectivo este planteamiento.

La concreción de lo anterior en el aula es uno de los retos más grandes para la Universidad debido a que, además de los estándares académicos convencionales, los programas educativos han de contar con un enfoque de derechos humanos y de sustentabilidad. Solamente así, se puede hablar de formación integral.

El desafío es enorme, porque no basta con modificar los programas, sino que también se debe contar con un personal docente que tenga el perfil mínimo requerido para asumir tal compromiso con la institución y la sociedad; y éste es el talón de Aquiles de la Universidad Autónoma de Guerrero, al no respetar la normatividad correspondiente en los procedimientos de ingreso y promoción del personal académico. El V Congreso General Universitario permitió tomar conciencia del dilema ético y la importancia que representa este tema para la institución, aunque no se llegó a acordar mecanismos de solución para este problema estructural.

Por otra parte, el Artículo 51 de la Ley señala que los órganos de control y jurisdicción de la Universidad serán la Contraloría, la Defensoría de los Derechos Humanos y Universitarios y el Tribunal Universitario. Sobre este último, el Artículo 55 señala que se trata de una instancia colegiada con plena jurisdicción que tiene entre sus atribuciones:

I. Resolver las controversias que se susciten entre integrantes de la comunidad universitaria;

II. Sustanciar los medios de impugnación derivados de

los procesos electorales y someter a consideración del Consejo Universitario para su aprobación la resolución correspondiente.

III. Interpretar y aplicar la legislación interna que rige la Universidad;

IV. Dictar sus resoluciones con imparcialidad e independencia de criterio; y

V. Fincar responsabilidades e imponer sanciones de acuerdo a lo que determine esta Ley, el Estatuto o el H. Consejo Universitario.

La reforma de 2016 establece los mecanismos que permitirán al Tribunal Universitario dictaminar y aplicar sanciones, los cuales hasta hoy eran parte de las atribuciones de la Comisión de Honor y Justicia del H. Consejo Universitario. Se espera mucho del Tribunal Universitario que tendrá que enfrentar múltiples obstáculos derivados del control político ejercido sobre las diversas instancias universitarias, incluyendo el Consejo Universitario y los propios sindicatos. Al tener carácter de resolutorio, el Tribunal Universitario impondrá sanciones dando paso a una nueva cultura de la legalidad dentro de la UAGro, ya que anteriormente no se tenía esta figura jurídica, lo que dio origen a una serie de prácticas de corrupción académica e impunidad entre los integrantes de la comunidad universitaria, siendo los estudiantes los más vulnerables. Recae en el H. Consejo Universitario la gran responsabilidad del nombramiento de personas reconocidas por su ética personal y su profesionalismo.

Por otro lado, en los Artículos 62, 63 y 64, se establece que la rendición de cuentas y la fiscalización son procesos estratégicos garantes de la calidad y pertinencia del quehacer de la Universidad. La primera (rendición de cuentas) consiste en informar, explicar y justificar en apego a la Ley, el uso transparente de los recursos, la responsabilidad pública sobre el ejercicio de atribuciones, el logro de los fines institucionales y la resolución de problemas sociales; y la segunda (fiscalización) es un medio vinculado con el mejoramiento de los procesos que implican un mejor desempeño, la atención oportuna a las observaciones sobre la cuenta pública y la aplicación de sanciones cuando hay incumplimientos o desvíos.

La ampliación de las atribuciones de la Contraloría y de la Defensoría de los Derechos Humanos y Universitarios, así como la creación del Tribunal Universitario permiten anticipar una mejora significativa en cuanto a la administración y gestión de la vida universitaria, la transparencia en el uso de sus recursos financieros, y representan un paso importante en el proceso de construcción de la cultura de la legalidad en el interior de la institución. Sin embargo, se necesitará contar con instancias de control suficientemente autónomas para que sean eficaces y logren su propósito de transparentar y dignificar el quehacer administrativo de la institución. La mayor responsabilidad se encuentra en las decisiones y nombramientos de los responsables de estas instancias por parte del H. Consejo Universitario.

Ahora, ¿Quién evalúa la eficiencia del gobierno universitario, su eficacia, su desempeño, su pertinencia y su legitimidad? Idealmente debería ser, además de la Contraloría, la propia comunidad universitaria. Sin embargo, la realidad indica que la mayor parte de los trabajadores se desenvuelve en su espacio particular de manera más bien aislada, sin visión del conjunto de la institución, no solamente dispersa

geográficamente sino también dividida políticamente a pesar de las estrategias de unificación de las diversas fuerzas, acomodándose según los intereses propios o de grupo. Entonces, ¿Cómo revertir esta situación? ¿Están dispuestos los líderes políticos, los funcionarios, los sindicatos y el propio rector a asumir un compromiso con la institución sobre la base de los principios del bien común, de los derechos humanos y de la democracia, apejándose a la legislación vigente? La ampliación de las atribuciones de la Contraloría tiene que ir acompañada de un mayor presupuesto y compromiso institucional. Nuevamente, está en manos de las autoridades la definición e implementación de políticas, estrategias y acciones que permitan hacer efectivas tales normas.

Reflexión final

Con su reforma de 2016, la Universidad Autónoma de Guerrero mejoró significativamente su legislación con el fin de “eficientar” su quehacer. No obstante, el propósito de la reforma debe ser más que una cuestión técnica para mejorar o innovar, ha de permitir centrar la atención en el cumplimiento de la misión de la Universidad sobre la base de reglas más claras y precisas, siendo ésta la de formar y actualizar recursos humanos de manera integral, con capacidad de enseñar, generar y aplicar conocimientos en sus diferentes modalidades educativas a nivel bachillerato, técnico superior universitario, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado, en las diversas disciplinas del saber, que con elevado compromiso social, respondan a las necesidades del estado de Guerrero y del país (UAGro, 2013b).

El problema en la Universidad Autónoma de Guerrero como en todo el país, no es la redacción de nuevas leyes que siempre es necesario actualizar, sino su puntual y oportuno cumplimiento. La corrupción es en México un problema endémico y en lo general, las mismas autoridades encargadas de aplicar las leyes y hacerlas aplicar, son las que la fomentan. Lo cierto es que mientras la sociedad, y en nuestro caso la comunidad universitaria, tenga una actitud pasiva e individualista, continuará imponiéndose el sistema de simulación de la ley. Para eliminar la corrupción, no basta contar con nuevas leyes, es necesario que dentro de la institución se gesticione una cultura ética y organizacional con la participación de toda la comunidad universitaria, en sus diferentes ámbitos, y que ésta sea capaz de tomar conciencia, levantar la voz y actuar en consecuencia.

Los órganos colegiados y representativos son los espacios privilegiados para hacer posible esta participación. En el caso del personal académico, el reto es asegurar el funcionamiento de las academias como espacios para compartir información, analizar y debatir sobre las orientaciones académicas que deberán seguir las autoridades que los representan. Regularmente, los académicos que participan en los Consejos de Unidad y en el H. Consejo Universitario no informan ni consultan a sus comunidades sobre las decisiones que se toman en aquellos órganos de dirección. En cuanto al estudiantado, el reto es impulsar su organización desde las escuelas y facultades construyendo los Consejos Generales de Representantes estudiantiles; que sus delegados ante los Consejos de Unidad y ante el HCU. informen y consulten a sus bases antes de votar; y que no sean los grupos políticos los que definan el sentido de su voto. Otros órganos representativos con los que cuenta la comunidad universitaria son los sindicatos. Para ellos, el

compromiso es que sus órganos directivos realmente defiendan los derechos laborales de sus afiliados con independencia y conforme a derecho.

Los dilemas arriba señalados reflejan la complejidad de la reforma universitaria y el enorme compromiso de la comunidad universitaria y de sus autoridades para avanzar en el camino trazado por la nueva Ley Orgánica hacia la cultura de la legalidad. Es de esperar que el Código de Ética Universitaria aprobado en el V Congreso sea el instrumento práctico que permita avanzar en esta dirección.

Como señala Chomsky (2014), la tarea como Universidad consiste en “capacitar a la gente para que lleguen a ser personas creativas e independientes y puedan encontrar gusto en el descubrimiento, la creación y la creatividad a cualquier nivel o en cualesquiera dominios a los que les lleven sus intereses” (Chomsky, 2014). La existencia misma de la Universidad, su enseñanza, su investigación, la extensión de sus servicios y vinculación con la sociedad, deben ser éticas, orientadas hacia la justicia, para cumplir con su misión y responsabilidad social. La meta es transformar a la Universidad en un espacio ejemplar de democracia, respeto y promoción de los derechos humanos y la sustentabilidad, mediante una formación verdaderamente integral de profesionistas y ciudadanos comprometidos socialmente. El estado de Guerrero y el país lo necesitan.

ANEXO

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015)

Preámbulo

La presente Agenda es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. También tiene por objeto fortalecer la paz universal dentro de un concepto más amplio de la libertad. Reconocemos que la erradicación de la pobreza en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, es el mayor desafío a que se enfrenta el mundo y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible.

Este plan será implementado por todos los países y partes interesadas mediante una alianza de colaboración. Estamos resueltos a liberar a la humanidad de la tiranía de la pobreza y las privaciones, y a sanar y proteger nuestro planeta. Estamos decididos a tomar las medidas audaces y transformativas que se necesitan urgentemente para reconducir al mundo por el camino de la sostenibilidad y la resiliencia. Al emprender juntos este viaje, prometemos que nadie se quedará atrás.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y las 169 metas que anunciamos hoy demuestran la magnitud de esta ambiciosa nueva Agenda universal. Con ellos se pretende retomar los Objetivos de Desarrollo del Milenio y lograr lo que con ellos no se consiguió. También se pretende hacer realidad los derechos humanos de todas las personas y alcanzar la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas. Los Objetivos y las metas son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

Los Objetivos y las metas estimularán durante los próximos 15 años la acción en las siguientes esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta.

Las personas

Estamos decididos a poner fin a la pobreza y el hambre en todas sus formas y dimensiones, y a velar por que todos los seres humanos puedan realizar su potencial con dignidad e igualdad y en un medio ambiente saludable.

El planeta

Estamos decididos a proteger el planeta contra la degradación, incluso mediante el consumo y la producción sostenibles, la gestión sostenible de sus recursos naturales y medidas urgentes para hacer frente al cambio climático, de manera que pueda satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

La prosperidad

Estamos decididos a velar por que todos los seres humanos puedan disfrutar de una vida próspera y plena, y por que el progreso económico, social y tecnológico se produzca en armonía con la naturaleza.

La paz

Estamos decididos a propiciar sociedades pacíficas, justas e inclusivas que estén libres del temor y la violencia. El desarrollo sostenible no es posible sin la paz, ni la paz puede existir sin el desarrollo sostenible.

Las alianzas

Estamos decididos a movilizar los medios necesarios para implementar esta Agenda mediante una Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible revitalizada, que se base en un espíritu de mayor solidaridad mundial y se centre particularmente en las necesidades de los más pobres y vulnerables, con la colaboración de todos los países, todas las partes interesadas y todas las personas.

Los vínculos entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su carácter integrado son de crucial importancia para cumplir el propósito de la nueva Agenda. Si conseguimos lo que ambicionamos en todos y cada uno de los aspectos de la Agenda, mejorarán notablemente las condiciones de vida de todas las personas y nuestro mundo se transformará en un lugar mejor.

(...)

Objetivos de desarrollo sostenible

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países

Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica

Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles

Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Referencias

- Ahlert, A. (2007). Ética y Derechos Humanos: principios educacionales para una sociedad democrática, *Polis*, 16, 122-123. Obtenido de <http://polis.revues.org/4663>
- Chomsky, N. (2014). *El trabajo académico, el asalto neoliberal a las universidades y cómo debería ser la educación*. Obtenido de <http://sociologos.com/2014/03/13/noam-chomsky-el-trabajo-academico-el-asalto-neoliberal-a-las-universidades-y-como-deberia-ser-la-educacion/>
- Cussianovich, A. (2001). Desafíos de la Educación en Derechos Humanos para hacer posible la Democracia y recuperar la Alegría. *Seminario Internacional Educar en Derechos Humanos y en Democracia para Recuperar la Alegría*, Lima, Perú: Instituto Peruano de Educación en Derechos Humanos y la Paz (IPEDEHP).
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. UNESCO.
- Gobierno del Estado de Guerrero (2016). Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Guerrero, *Periódico Oficial*, 28, 18-19.
- González, J. (1996). *El Ethos, destino del Hombre*. México: CFE-UNAM, 94-97.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.mtnforum.org/es/content/transformar-nuestro-mundo-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible>
- Pérez Aguirre, L. (1991). Carta a un grupo de audaces que quiere educar en derechos humanos. *Educación y Derechos Humanos*, 12.
- Rodino, A.M. (1999). La educación en valores entendida como educación en derechos humanos. Sus desafíos contemporáneos en América Latina. *IIDH/Instituto Interamericano de Derechos Humanos*. 29, 10.
- Savater, Fernando (2002). *Ética como Amor propio*. Barcelona, España: Grijalbo, 325-336
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2013a). *Modelo Educativo de la UAGro. Hacia una Educación de Calidad con Inclusión Social*. México. UAGro
- (2013b). *Plan de Desarrollo Institucional 2013-2017*. México. UAGro



El turismo, una alternativa para el desarrollo económico de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México

José Luis Susano García^{1*}

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Coordinación Académica Región Altiplano. Carretera a Cedral, KM 5+600, Ejido San José de las Trojes, Matehuala, San Luis Potosí, México. C. P. 78700. Tel: +52 (488) 882715.

*Autor de correspondencia
pepeluissg@hotmail.com

Resumen

La ciudad de Chilpancingo de los Bravo en el estado de Guerrero, México, en la actualidad vive una situación social que le ha significado problemas de tipo económico. Por otra parte, no existe una visión clara de desarrollar nuevas alternativas para el crecimiento económico local. El presente trabajo busca, desde un enfoque cuantitativo conocer el tipo de actividad turística a desarrollar y los posibles beneficios que dicha actividad económica conlleva. Los resultados de la investigación muestran la necesidad de diversificar la economía de la ciudad y en concreto, desarrollar la actividad turística como tal, con la finalidad de contribuir a la solución de problemas como la falta de empleos y la generación de un mejor bienestar social.

Palabras clave: turismo, economía, desarrollo

Abstract

The city of Chilpancingo de los Bravo at the state of Guerrero, México, currently lives a social situation that has derived into economic problems. On the other hand, there is no clear vision to develop new alternatives for local economic growth. This study seeks, from a quantitative approach to know the type of tourism activity to be developed and their possible benefits that this economic activity entails. Results of this study show the need to diversify the city's economy, specifically to develop tourism as such, with the aim of contributing to the solution of problems such as lack of jobs and generation of better social welfare .

Keywords: tourism, economy, development

Como citar el artículo:

Susano García, J. L. (2017). El turismo, una alternativa para el desarrollo económico de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México. *Tlamati*, 8(2), 56-60.

Introducción

El Centro de Investigación y Docencia Económicas [CIDE] en 2012 y el Instituto Mexicano de la competitividad [IMCO] en 2010 indican que la mayoría de las ciudades del país presentan una serie de problemáticas que van desde la violencia, inseguridad, políticas públicas, entre otros que merman en su competitividad.

En este sentido la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México, de acuerdo a un estudio que mide el nivel de competitividad urbana la ubica en el lugar el 66 de 78 ciudades, lo que representa una problemática significativa, para el progreso y desarrollo de la misma (Instituto Mexicano de la Competitividad [IMCO], 2010).

Chilpancingo, es la segunda ciudad en importancia económica y en población, de acuerdo al Instituto Nacional de Geografía e Informática [INEGI] (2010) tiene una población de 187,251 habitantes, su importancia económica radica en que es un centro de comercio que abastece productos y servicios a diferentes poblaciones de la entidad, sobre todo el centro, norte y montaña del estado.

El Plan Municipal de Desarrollo (H. Ayuntamiento del Municipio de Chilpancingo de los Bravo, 2012) indica que: “Chilpancingo necesita programas para su óptimo funcionamiento, en donde además indican que se realizarán políticas innovadoras; estar pendientes en la atención de áreas de inversión, y el comercio sea parte del abasto popular, fortaleciendo la creación de empleos...”, sin embargo está actividad aún no se han concretado, ya que no se ha impulsado realmente a la ciudad como tal, ello se demuestra con los estudios que las instancias han reportado al indicar que cuenta con muy baja competitividad.

En este sentido, se mencionan que debe existir un nuevo modelo de desarrollo en los estados y ciudades que satisfaga las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Que es lo que se busca justamente con potencializar el desarrollo del turismo en la ciudad de Chilpancingo.

La industria turística en el caso concreto del estado de Guerrero ha sido durante mucho tiempo el principal motor de la economía estatal. El turismo es el principal recaudador de recursos públicos para la entidad y el mayor generador de empleos. Por décadas, Guerrero fue reconocido a nivel nacional y mundial como uno de los mejores destinos turísticos y generaba derramas económicas históricas. El Triángulo del Sol Acapulco-Taxco-Ixtapa-Zihuatanejo se convirtió en punta de lanza para la activación económica estatal. (Gobierno del Estado de Guerrero, 2016).

En el trabajo se propone que el turismo puede ser un motor para el desarrollo local, como lo indican Pike, Rodríguez-Pose y Tomaney (2011), quienes mencionan que se ha convertido en una importante concepción del desarrollo entre todos los niveles de gobierno, influyendo en las estructuras gubernamentales y en el diseño de las políticas públicas que han tenido que evolucionar hacia sistemas más descentralizados, propiciando así transformaciones en los ámbitos local y regional, generando nuevas interacciones (mediante instrumentos y políticas públicas) tendientes al aprovechamiento, no solo de formas externas, de crecimiento y desarrollo.

Así por ejemplo, los emprendedores locales utilizan productivamente el potencial local para conseguir que sus productos sean competitivos, y por otro lado, las instituciones y los valores socio-culturales locales se convierten en

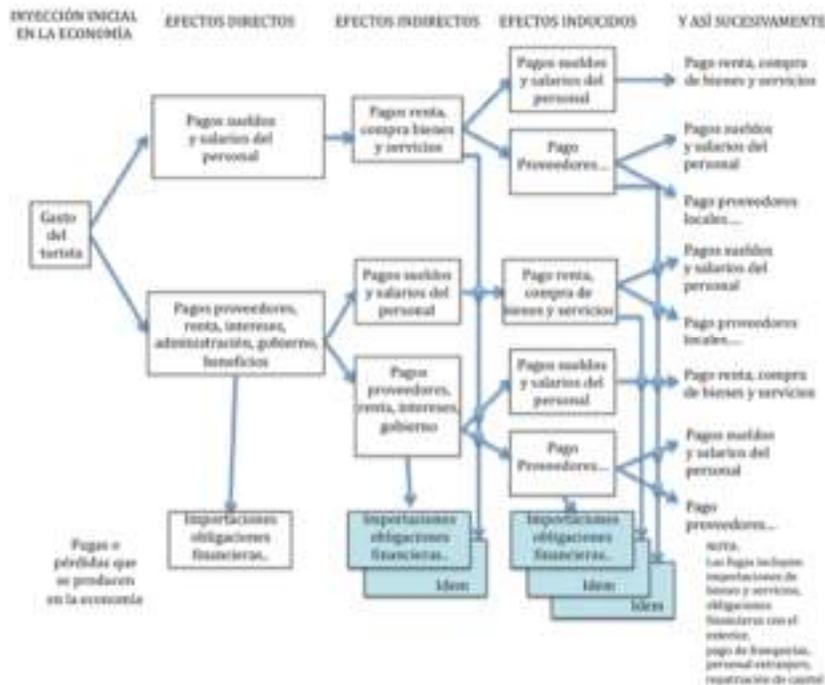


Figura 1. Forma como se produce el efecto multiplicador del Turismo en la economía. Fuente: Acerenza M. (2006)



Gráfica 1. Actividades económicas que los habitantes creen se deba desarrollar en la ciudad

la base de los procesos de desarrollo (Vázquez Barquero, 2007). Esto significa mucho para Chilpancingo, al considerar al turismo como un agente que permita potencializar la economía y desarrollo local.

Existen aportaciones como las que hacen (Berumen, 2006; Vázquez Barquero, 2007; Llamazares, 2011; Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social [ILPES]-Comisión Económica para América Latina [CEPAL], 2011 y Navarro, 2012), que hacen relación entre el turismo como desarrollo económico local de algunas regiones y la manera de cómo se puede promover una dinámica local articulando diversos procesos, entre ellos el económico, fundamentada en el consenso y la participación de sus actores, con la que se puede propiciar algunas capacidades endógenas del desarrollo.

Por otra parte en este sentido también la Declaración de Quebec (Organización Mundial de Turismo [OMT], 2002) mencionan que:

“..... el turismo sostenible tiene impactos económicos, sociales y medioambientales del turismo. Adhiriéndose asimismo a los principios específicos siguientes Contribuye activamente a la conservación del patrimonio natural y cultural; incluye a las comunidades locales e indígenas en su planificación, desarrollo y explotación y contribuye a su bienestar; interpreta el patrimonio natural y cultural del destino para los visitantes, y se presta mejor a los viajeros independientes, así como a los circuitos organizados para grupos de tamaño reducido”

Por otra parte, Ruiz Chávez (2008) menciona que el turismo hoy en día se encuentra ampliamente ligado al desarrollo y abarca un número creciente de nuevos destinos. Este dinamismo ha originado que el turismo se con-

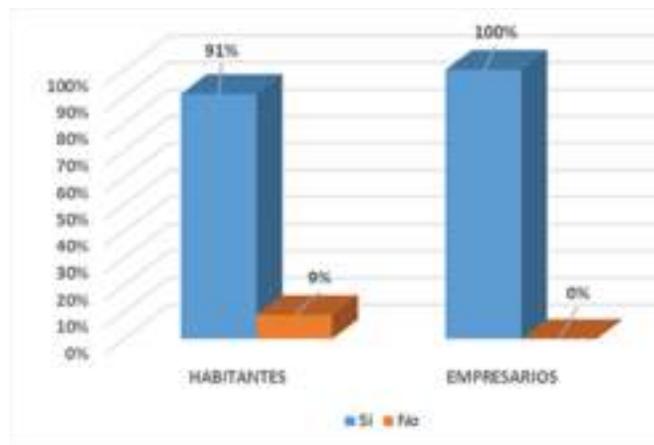
vierta en el elemento clave para el progreso socio-económico.

Para Quintero de Contreras (2007)

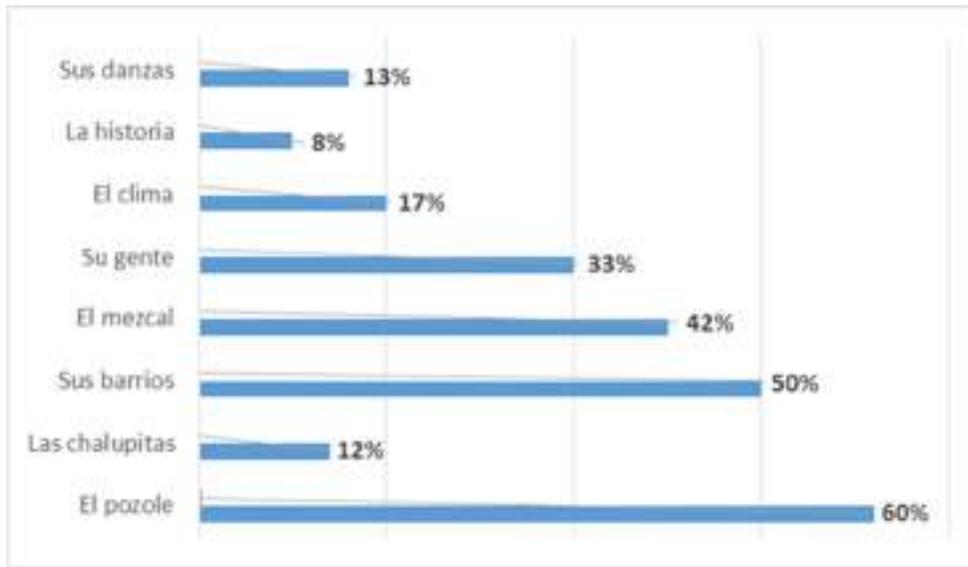
“...es necesario impulsar un proceso de desarrollo con equidad, de una región o país, direccionándolo de manera tal de lograr la reactivación económica capaz de sostenerlo. En este sentido la demanda del sector turístico, depende altamente de las condiciones del tipo económico de los mercados. Al presentar crecimiento en las economías, el ingreso per cápita disponible, usualmente crece. Lo que de manera relativa sucede es que parte de ese ingreso será gastado o consumido en turismo, en particular en el caso de las economías emergentes. Y de manera opuesta, si se presenta un bajo crecimiento económico, se originará una reducción en el gasto en turismo”

Un dato muy concreto sobre la importancia del turismo en la economía local, es el que menciona Acerenza M. (2006), en el que indica que el gasto que realiza el turista en territorio nacional representa una inyección inicial en la economía, traducido en ingresos percibidos por los factores de producción del sector turístico, lo que a su vez origina efectos indirectos en la economía. Lo anterior principalmente se da debido a que una parte de esos ingresos son utilizados en la compra de bienes y servicios para el funcionamiento de la propia industria. Esos pagos realizados a la compra de bienes y servicios, originan a su vez efectos inducidos, debido a que quienes reciben estos ingresos, los emplean también en el pago de productos y servicios y así de manera sucesiva (véase figura 1).

La OMT (2010) menciona que existen diversas razones por las que esta industria turística representa un factor de desarrollo económico sustentable, en los países menos desarrollados, por mencionar algunas están: el turista gasta su dinero en el destino, se aperturan negocios (formales e informales), se generan empleos e ingresos a las comunidades.



Gráfica 2. Respuesta sobre si los habitantes y empresarios consideran que la ciudad tiene el potencial para ser un destino turístico



Gráfica 3. Atractivos que los habitantes consideran más importantes

Finalmente, el impacto económico del turismo en la económica local como lo mencionan Altamira Vega y Muñoz Vivas (2007), comprende los costos y beneficios primarios y secundarios. Los primeros son consecuencia directa de la actividad turística. Los gastos de los visitantes se convierten en ingresos de los comercios que a su vez, se usan para abonar sueldos y salarios, así como rendimiento de capital e impuestos que son los beneficios directos del turismo.

Así, los efectos combinados de las actividades económicas directas, indirectas y provocadas que resultan de los gastos de turismo, son resumidos por el “multiplicador del gasto”, que es la tasa aritmética del impacto total del gasto inicial del visitante medido en ventas, ingreso personal y de capital o empleo. Si bien es difícil estimar su confiabilidad, el multiplicador de ventas, ingresos o empleo es un instrumento útil para calcular rápidamente los beneficios económicos totales que genera el aumento de los gastos de los visitantes (Altamira Vega y Muñoz Vivas, 2007).

Dicha investigación tiene como finalidad, identificar la factibilidad del turismo como una actividad económica y un elemento potencializador del desarrollo económico de la ciudad.

Materiales y métodos

Para poder abordar la investigación se determinó realizarla a partir de la investigación de tipo deductiva-

Tabla 1. Principales beneficios económicos del turismo en la ciudad

Tipo de respuesta	Porcentaje
Empleo	24%
Nuevos negocios	23.33%
Mejoramiento de los negocios	18%
Visitantes	14.66%
Embellecimiento de la ciudad	20%

explicativa (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010), con la finalidad de profundizar en el análisis del desarrollo económico local en general y el desempeño de la actividad turística que pudiese tener en la ciudad de Chilpancingo.

Para llevar a cabo la investigación se partió de abordarla desde dos fases: la primera consistió en realizar una revisión documental a través de la técnica de la revisión bibliográfica, en concreto sobre las aportaciones y la relación que existe entre el turismo y el desarrollo económico local. Para ello se analizaron documentos físicos como electrónicos y se utilizaron las bases de datos con que cuenta la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, con el fin de tener información académica y científica formal.

Posteriormente, se aplicó una encuesta de opción múltiple con 10 ítems dirigida a habitantes de la ciudad, así como para empresarios. Esto para comprobar la hipótesis de la investigación, que se refiere a que si la actividad turística puede ser una alternativa para el desarrollo económico de la ciudad de Chilpancingo.

Resultados

En este apartado se presentan algunos de los hallazgos que se encontraron en la parte de las encuestas a habitantes y empresarios de la ciudad (véase gráfica 1).

Se preguntó a los habitantes: ¿Qué tipo de actividades económicas creen que se deba desarrollar en la ciudad de Chilpancingo? Como resultado significativo se tiene que un 62.66% de la población considera que el turismo es la actividad principal que se debe desarrollar en la ciudad.

En lo que respecta a los habitantes de la ciudad y visitantes, se les preguntó si consideran que la ciudad de Chilpancingo tiene los elementos necesarios para ser considerada como un destino turístico en el estado de Guerrero, para ello el 91% de los habitantes y el 100% de los visitantes consideran que la ciudad tiene el potencial turístico (véase gráfica 2).

Con respecto a cuáles creen que sean los principales atractivos que tiene Chilpancingo, de los cuales se sienten orgullosos y que son los que se deben de promover como

atractivo turístico. Entre los resultados significativos sobresalen tres, el pozole con un 60%, la actividad de sus barrios con el 50% y el mezcal con el 42% de las preferencias de los habitantes.

Finalmente como dato se tiene que los encuestados comentaron que si existen beneficios económicos y sociales para la ciudad al desarrollar el turismo, destacan aquellos que se indican como el desarrollo de empleos con un 24% y nuevos negocios con el 23.33%, ello significa que la sociedad ve con bien la actividad turística (véase tabla 1).

Conclusiones

La situación social que atraviesa la ciudad de Chilpancingo le ha afectado de manera significativa en su desarrollo y nivel de competitividad económica, viéndose reflejada en la falta de empleos y el cierre de negocios.

Es urgente la diversificación de la actividad económica de la ciudad de Chilpancingo, pues desde hace varias décadas, se ha estancado en la dependencia a partir del desarrollo de los servicios públicos y gubernamentales que se llevan a cabo en la ciudad, debido a que la ciudad concentra diversas oficinas de orden local, estatal y nacional donde se desarrollan diversos trámites y servicios.

La nueva economía debe girar en torno a las actividades que se desarrollan en la ciudad, en este caso, se ha detectado que existen diversas manifestaciones artísticas y culturales que se preservan y que dan vida a la ciudad de Chilpancingo.

El turismo puede ser una alternativa económica que permita a los habitantes la generación de ingresos a partir del desarrollo de nuevos negocios y el mejoramiento de los actuales. Así mismo, se generan empleos y se da pauta a un nivel de competitividad de la ciudad.

Para el desarrollo del turismo es importante la integración de diversos actores, como son el gobierno, la iniciativa privada, la sociedad en general y las instituciones, con la finalidad de trabajar de manera articulada para la construcción de una nueva faceta económica que impacte de manera positiva en la ciudad de Chilpancingo

Referencias

- Altimira Vega, R. y Muñoz Vivas, X. (2007) El turismo como motor de crecimiento económico. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*. XL, 677-710.
- Acerenza, M. A. (2006). *Efectos Económicos, socioculturales y ambientales del turismo*. Trillas. México. 96 p.
- Berumen, S. A. (2006). *Competitividad y desarrollo local en la economía global*. Madrid, España: ESIC
- Centro de Investigación y Docencia Económicas (2012). *México 2006-2012: Una revisión de la violencia y el sistema de justicia penal*. CIDE. Obtenido de: <http://derechoenaccion.cide.edu/mexico-2006-2012-una-revision-de-la-violencia-y-el-sistema-de-justicia-penal/>
- Gobierno del Estado de Guerrero. (2016). *Plan Estatal de Desarrollo 2016*. Gobierno del Estado de Guerrero.
- Honorable Ayuntamiento del Municipio de Chilpancingo de los Bravo. (2012). *Plan Municipal de Desarrollo 2012-2015*. Gobierno Municipal de Chilpancingo de los Bravo
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill Interamericana, 613 p.
- Instituto Mexicano de la competitividad (2010). *Acciones urgentes para las ciudades del futuro*. IMCO. Obtenido de: <http://imco.org.mx/ciudades2010/librocompleto.pdf>
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. INEGI
- Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social-Comisión Económica para América Latina. (2011). *Metodología para la elaboración de estrategias de Desarrollo Local*. Santiago, Chile: ILPES-CEPAL. Organización de las Naciones Unidas.
- Quintero de Contreras, M. E. (2007). La actividad turística como base económica del desarrollo sustentable de la comunidad de Gavidia ubicada en el parque nacional Sierra Nevada. *Economía*, 21, 59-84
- Ruiz Chávez, O. (2008) *Turismo: Factor de Desarrollo y Competitividad en México*. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Organización Mundial de Turismo (2002). *Documento Declaración de Quebec sobre el Ecoturismo*. Obtenido de: http://www.cinu.org.mx/eventos/turismo2002/doctos/dec_quebec.pdf
- Organización Mundial de Turismo (2010) *Report of the World Tourism Organization to the United Nations Secretary-General in preparation for the High Level Meeting on the Mid-Term Comprehensive Global Review of the Programme of Action for the Least Developed Countries for the Decade 2001-2010*". Obtenido de: <http://www.un.org/special-rep/ohrlls/ldc/MTR/WorldTourisminput.pdf>
- Pike, A., Rodríguez-Pose, A., y Tomaney, J. (2011). *Desarrollo local y regional*. Madrid, España: Universidad de Sevilla
- Navarro, J. (2012). La competitividad de la política comercial en la economía internacional a través del análisis de componentes principales. *Investigación y Ciencia*. 20 (54), 40-48.
- Llamazares Redondo, F., y Berumen, S. A. (2011). *Los métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis del desarrollo local*. Madrid, España: ESIC.
- Vázquez Barquero, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales*. (11), 183-210.



Liderazgo y empoderamiento: factores de desarrollo socioeconómico de mujeres campesinas en tres regiones del estado de Guerrero, México

Lenixia Méndez Vidal^{1*}
 Héctor Ramón Segura Pacheco¹
 Gregorio Sarabia Ruiz¹
 Ignacio Arévalo Méndez¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Estudios de Posgrado e Investigación. Calle Pino s/n Col. El Roble. Acapulco, Gro. C. P. 39640. Tel: +52 (744) 487 6624

*Autor de correspondencia
ixia_mv@hotmail.com

Resumen

Las mujeres, principalmente en las zonas rurales, han sido históricamente excluidas y discriminadas. Pueden carecer del valor, de la fuerza y del poder para escoger entre las opciones que se les presentan para ampliar sus capacidades y sacar provecho de ellas. Seis núcleos agrarios (Ejididos y Bienes Comunales) de tres regiones de Guerrero (Montaña, Costa Chica y Costa Grande) comparten similares características socioeconómicas y sociodemográficas, tales como pobreza y grados de marginación alto y muy alto, sean indígenas o no indígenas, pero en todos los casos estudiados existen grados bajos de escolaridad, menores a la media estatal. Para indagar sobre la participación de mujeres campesinas de seis núcleos agrarios (ejidos y comunidades indígenas y no indígenas) en tres regiones del Estado de Guerrero, en la vida y organización comunitaria, en los proyectos que sus comunidades están ejecutando y en sus esfuerzos como género para enfrentar sus difíciles condiciones de vida, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a mujeres ejidatarias y comuneras, grabadas en audio, quienes están ejecutando proyectos productivos diversos para conocer y describir los factores de la actividad económica femenina, que impulsan el desarrollo socioeconómico en esas zonas. Se detectaron casos de éxito, donde las mujeres son líderes naturales de sus comunidades, personal o colectivamente y toman decisiones, pero también existen fracasos debidos a factores como niveles de organización muy incipientes, conflictos grupales y falta de capacitación para el control administrativo y financiero. La lucha y las adversidades que enfrentan y superan las mujeres campesinas, así como sus éxitos en el terreno de la participación y el emprendimiento social pueden ser alicientes para que otras como ellas emprendan proyectos que ayuden al desarrollo personal, familiar y de su localidad.

Palabras clave: mujeres, líderes, pobreza, empoderamiento, Guerrero.

Abstract

Women living mainly in rural areas, historically have been excluded and discriminated. They may lack the courage, strength and power to choose among the options that are presented to them, in order to expand their capabilities and take advantage. Six agrarian nuclei (Ejididos and Communal Goods) of three regions of the state of Guerrero (Montaña, Costa Chica and Costa Grande) share similar socio-economic and socio-demographic characteristics, such as poverty and high and very high levels of marginalization, whether indigenous or non-indigenous. In all the cases reported on

Como citar el artículo:

Méndez Vidal, L., Segura Pacheco, H. R., Sarabia Ruiz, G. y Arévalo Méndez, I. (2017). Liderazgo y empoderamiento: factores de desarrollo socioeconómico de mujeres campesinas en tres regiones de Guerrero, México. *Tlamati*, 8(2), 61-65.

this study, we found that women have lower levels of schooling than the state average. To inquire about participation of peasant women from six agrarian nuclei (ejidos and indigenous and non-indigenous communities) in three regions of the State of Guerrero, as in community life and organization, as in the projects that their communities are executing and in their efforts as a gender to face their difficult living conditions, semistructured interviews were applied to women ejidatarias and comuneras, recorded in audio. They are executing diverse productive projects to know and to describe the factors of feminine economic activity, that impel the socioeconomic development in those zones. Success cases were detected, where women are natural leaders of their communities, personally or collectively and they are making decisions, but there are also failures due to factors such as very incipient levels of organization, group conflicts and a lack of training for administrative and financial control. Problems and adversities that rural women face and overcome, as well as their successes in the field of participation and social entrepreneurship, can be incentives for others like them to undertake projects that help personal, family and local development .

Keywords: Women, leaders, poverty, empowerment, Guerrero

Introducción

El empoderamiento de las mujeres implica, por un lado, conocimiento de las condiciones en que se dan las relaciones de género y de las vías para modificarlas; por otro, significa tener control sobre sus vidas y tener capacidad de influencia y de toma de decisiones que permitan mejorar su bienestar. El empoderamiento de las mujeres constituye una estrategia importante para transformar las estructuras de dominación y discriminación en todos los ámbitos: legislativo, educativo, institucional y en todas aquellas instancias, ya sean públicas o privadas, en las que prevalezca un dominio masculino en menoscabo de la condición social femenina (Hernández y López, 2009).

Sin embargo, en muchas zonas rurales de México –y del Estado de Guerrero en particular– esto no es tarea fácil, debido a factores internos y externos a las comunidades

que aún dificultan la inserción de las mujeres a la vida laboral y económica local.

El Estado de Guerrero en México es la entidad federativa con mayor marginación en el país. El 98.0% de las 5,326 localidades registradas por el Censo de Población y Vivienda 2010 presentaban grados alto y muy alto de marginación (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2012), habiéndose agravado esta situación en tan sólo cinco años, pues en 2005 las localidades con esos grados de marginación sumaban el 94.6% (CONAPO, 2006). En las regiones de la Montaña, Costa Chica y Tierra Caliente se ubica la mayor proporción de localidades con marginación alta y muy alta. La región Montaña presenta 669 de sus localidades con muy alto grado de marginación; en la región Costa Chica, 345 localidades tienen esa característica; en la Costa Grande hay 386 localidades en muy alto grado de marginación.



Figura 1. Ubicación en Guerrero de los núcleos agrarios participantes

Tabla 1. Principales características de los núcleos agrarios participantes

Región	Municipio	Núcleo Agrario	Superficie (Ha)	Cultura	Grado de Marginación*
Montaña	Acatepec, Ayutla de los Libres, Zapotitlán Tablas, Tlacoapa	Bienes Comunales de Acatepec	81,991	Mixtecos/Tlapanecos	Muy Alto
	Copanatoyac	Bienes Comunales de Copanatoyac	3,220	Náhuatl	Muy Alto
Costa Chica	Ayutla de los Libres	Bienes Comunales de Coapinola	17,620	Mixtecos	Muy Alto
	San Luis Acatlán	Ejido de Atotonilco de Horcasitas	7,997	Mestizos	Muy Alto
Costa Grande	Atoyac de Álvarez	Ejido de San Vicente de Benítez	6,612	Mestizos	Alto
		Ejido de los Valles.	4,429	Mestizos	Alto

*CONAPO (2012)

Esta circunstancia se refleja en muy bajos niveles y calidad de vida de la población, principalmente en las zonas rurales e indígenas. Y en éstas, son especialmente las mujeres las que sufren las condiciones más difíciles debido a la alta incidencia de analfabetismo, monolingüismo y menor promedio de escolaridad que los hombres. Asimismo, la falta de empleos en esas zonas obliga a muchos pobladores –hombres, mujeres y familias enteras– a emigrar a las ciudades o a trabajar como jornaleros agrícolas en otros estados en busca de satisfacer su necesidad de supervivencia. Guerrero –principalmente sus áreas rurales– es una de las principales entidades expulsoras de fuerza de trabajo en México, tanto hacia otros estados (lugar 8 de 32) como hacia otros países (lugar 9 de 32), especialmente los Estados Unidos. En un período de 20 años, la población de localidades rurales de Guerrero disminuyó en seis de sus siete regiones (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2010, 1990). Sólo la región Acapulco tuvo un ligero crecimiento en sus localidades rurales.

El presente trabajo intenta indagar qué sucede con las mujeres campesinas de seis núcleos agrarios (ejidos y comunidades indígenas y no indígenas) en tres regiones de Guerrero en lo que se refiere a su participación en la vida y organización comunitaria, en los proyectos que sus comunidades están ejecutando y en sus esfuerzos como género para enfrentar sus difíciles condiciones de vida.

Materiales y métodos

Durante el periodo comprendido entre los meses de febrero y mayo de 2014, se realizaron visitas a seis ejidos y comunidades agrarias de tres regiones: Montaña, Costa Chica y Costa Grande (véase la figura 1), para la aplicación de 18 entrevistas semiestructuradas que fueron aplicadas a mujeres que actualmente están participando en –o dirigiendo– proyectos productivos.

La aplicación de las entrevistas se realizó para conocer de manera directa los detalles de los diversos proyectos en que ellas se han involucrado, así como sus objetivos, los problemas que enfrentan en el proceso, los aspectos organizacionales que median la gestión de sus actividades, así como los resultados que se han obtenido.

Se construyeron guiones de entrevista que incluían

algunas preguntas sobre información general y preguntas abiertas sobre la temática a investigar. Cada entrevista fue registrada en archivo de audio mediante el empleo de un dispositivo móvil para su posterior procesamiento y análisis con el auxilio del software *Evernote*, para convertir el audio a texto y *Atlas.ti 7.0* para realizar el análisis cualitativo de la información obtenida.

Se utilizó el enfoque mixto que es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema. Para complementar la información obtenida en las entrevistas, se consultaron bases de datos de INEGI (2010)

La tabla 1 muestra algunas de las características principales de los núcleos agrarios participantes en la investigación. Se observa la diversidad de culturas existentes, de las cuales los ejidos y comunidades agrarias donde se realizó la investigación pertenecen a culturas distintas: Mixtecos, Tlapanecos y Náhuatl principalmente en las regiones de la Montaña y la Costa Chica, así como Mestizos en la Costa Grande.

Resultados

En los Bienes Comunales de Coapinola, un grupo de comuneras *Na savi* (Mixtecas) buscan financiamiento para criar pollos, plantas, hortalizas. Ellas han sido las gestoras directas ante las dependencias gubernamentales. Hay mujeres que van a las reuniones; otras no. Algunas entrevistadas manifestaron que “no me gusta”. Debido a ello, es común que la falta de información acerca de los beneficios que pueden aportarles los proyectos o programas del gobierno federal o estatal repercuta en la pérdida de oportunidades para el desarrollo y bienestar propio o de sus grupos de trabajo y en última instancia, de su localidad. Igualmente, en la pérdida de interés entre las integrantes de los grupos. En Ahuexotla, localidad que forma parte de los Bienes Comunales de Coapinola, la señora Josefa –indígena Mixteca– mencionó: “Me enseñaron a sembrar y preparar caña, a preparar alimento para becerro, panela, vino un doctor, pero ellos ya no vienen ahora, creo que ya nos dejaron... hicimos un grupo, éramos 10 antes, pero después ya no quisieron las demás, ahora somos cinco”.

Tabla 2. Principales proyectos productivos encabezados por mujeres rurales

Núcleo Agrario	Proyecto	Descripción	Año de inicio
Bienes Comunales de Acatepec	Farmacia	Venta de medicamentos a precios accesibles a pobladores indígenas que tiene dificultad para ir a la ciudad	2011
	Producción hortícola	Producción de hortalizas para su venta en la localidad y a precios accesibles	
Bienes Comunales de Copanatoyac	Producción hortícola	Producción de hortalizas para su venta en la localidad y a precios accesibles	2010
	Granjas de pollos	Producción de carne y huevo para su venta en la localidad	
	Elaboración de servilletas bordadas a mano	Producción de servilletas para su venta en la localidad y en la ciudad de Tlapa	
Bienes Comunales de Coapinola	Producción de panela	Piloncillo para su venta en la localidad y en ciudades cercanas	2011
	Cría de ganado	Venta de carne en la localidad y a precios accesibles	
Ejido de Atotonilco de Horcasitas	Proyecto ecoturístico de aguas termales	Participación activa de mujeres en el restaurante del balneario	2009
Ejido de San Vicente de Benítez	Lombricomposta	Abono orgánico producido por lombrices de tierra con sustrato de pulpa de café	2012
	Pago por servicios ambientales	Pago de jornales para actividades de conservación de los recursos naturales del ejido	
	Pintura a mano de telas	Producción de servilletas y otras prendas para su venta	2011
Ejido de los Valles.	Producción hortícola	Producción de hortalizas para su venta en la localidad y a precios accesibles	2010
	Granjas de pollos	Producción de carne y huevo para su venta en la localidad	

En relación con la importancia del involucramiento de las mujeres en iniciativas propias para su desarrollo, en la localidad de San Vicente de Benítez se observó que a partir del programa PSA (Pago por Servicios Ambientales) derivado del ordenamiento territorial comunitario que se realizó en 2010 en el ejido, se fomenta la participación de las mujeres de la localidad en labores de protección y cuidado del ambiente obteniendo un beneficio económico para ellas mediante el pago de jornales con ese propósito, en ese programa financiado por la Comisión Nacional Forestal y que tiene una vigencia de cinco años y que opera desde 2012. En las entrevistas de grupo que se realizaron con ejidatarias de ese lugar, se pudo corroborar que ese ejido es uno de los núcleos agrarios donde existe una mayor organización de las mujeres y se constató su alto nivel de participación. En recorridos de campo por el territorio del ejido, se visitó el proyecto de producción de abono orgánico a base de lombricomposta (véase tabla 2), el cual es operado por un grupo de mujeres ejidatarias. En Acatepec, un grupo de 10 mujeres indígenas encabezadas por una enfermera *Me'phaa* originaria de esa localidad obtuvieron financiamiento para operar una farmacia. Esto como respuesta ante la falta de medicamentos y la dificultad que tienen los indígenas para su obtención en los centros de salud, usualmente operados por personal no indígena

que les da un trato despótico e indigno. Esta misma Tabla muestra los distintos proyectos que están siendo operados por mujeres organizadas en los seis núcleos agrarios visitados.

Discusión y conclusiones

Las mujeres son las que especialmente sufren las condiciones más difíciles, debido a la alta incidencia de analfabetismo, monolingüismo y menor promedio de escolaridad que los hombres. Asimismo, la falta de empleos en esas zonas obliga a muchos pobladores –hombres, mujeres y familias enteras– a emigrar a las ciudades o a trabajar como jornaleros agrícolas en otros estados en busca de satisfacer su necesidad de supervivencia. Por situaciones como la anterior, hay mujeres que en forma individual u organizada tienden a buscar continuamente formas de ingresar recursos económicos a sus hogares a través de diferentes actividades, lo cual les permite detonar la capacidad de liderazgo que algunas de ellas poseen y que permite y facilita el empoderamiento y toma de consciencia propio y de sus compañeras con quienes se asocian, para así llevar a cabo sus proyectos productivos.

La búsqueda de recursos financieros para los proyectos impulsados por mujeres, que comúnmente es responsabili-

dad de la autoridad formal de los núcleos agrarios en México (y en Guerrero), está sufriendo una lenta pero sostenida transformación, cuando son las mujeres quienes toman en sus manos el proceso de gestoría y ya con el aval de dicha autoridad —expresada con las firmas y sellos correspondientes— ellas mismas acuden a ingresar sus propuestas técnicas y solicitudes ante las agencias gubernamentales financiadoras

El liderazgo y empoderamiento desarrollado por algunas mujeres de comunidades rurales se percibe como una estrategia importante para transformar sus condiciones dentro de los diversos sectores sociales.

Durante las entrevistas y recorridos que se hicieron en las localidades, se observó que la población conserva usos y costumbres arraigados por muchas generaciones. Aún es común la opinión entre muchos hombres de que “la mujer solo debe dedicarse a cuidar de su casa y atender a su marido y sus hijos”. Esa posición retrógrada aún mantiene a la mitad de la población segregada de participar en el desarrollo de sus comunidades. Se observó una mayor disposición para apoyar a las mujeres en la gestión de proyectos productivos, cuando las autoridades formales de los núcleos agrarios participantes estaban constituidas por hombres jóvenes, debido a que estos apoyan la equidad de género y participación de mujeres en sus comunidades. El grado de participación en la gestión y desarrollo de proyectos productivos operados por mujeres, fue distinto en cada núcleo agrario participante; existen casos exitosos y otros de fracaso total o parcial, así como también se constató que en los lugares donde existen proyectos productivos que benefician a un mayor número de mujeres, existe una me-

nor tasa de emigración de éstas en busca de empleo.

Agradecimientos

A las campesinas de las localidades visitadas, por su participación en las conversaciones con la investigadora y su disponibilidad para ofrecer información sobre sus proyectos.

Al PROMEP por su apoyo al Cuerpo Académico UA-Gro-015 mediante el programa “Fortalecimiento de Cuerpos Académicos” en el financiamiento de la investigación de la cual forma parte este trabajo.

Al C.A. “Estrategias de las Organizaciones” por su invitación a participar en su proyecto de investigación y apoyo incondicional para la elaboración del presente trabajo.

Referencias

- Consejo Nacional de Población. (2012). *Marginación 2010*. México. CONAPO
- _____. (2006). *Marginación 2005*. México. CONAPO
- Hernández, M. A. y López, B.M.P. (2009). Desarrollo humano y género en México 2000-2005: avances y desafíos. En: *Indicadores de desarrollo humano y género en México 2000-2005*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México. pp. 1-26.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1990). *Censo de Población y Vivienda 1990*. México. INEGI
- _____. 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*. México. INEGI