

Revista **Tlamati** Sabiduría



UAGro

Dirección General de
Posgrado e Investigación

<http://tlamati.uagro.mx>



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



Fotografía de la portada: Allegory of Arithmetic, from 'Margarita Philosophica' (1504). Autor: Gregor Reisch (d.1525)

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 7, Número 2, Abril – Junio 2016 es una publicación trimestral 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.com Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-040817000000-102. ISSN 2007-2066. Este número se publicó el 30 de Junio del 2016. 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 Beristaín

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 Agropecuarias

Compuestos en resina de linaloe (*Burcera linanone*)

5

Efraín Cruz Cruz, Dolores Vargas-Álvarez, Agustín Damián Nava, Francisco Palemón Alberto

Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México

9

Tomás Brito Guadarrama, Agustín Damián Nava, Blas Cruz Lagunas, Elías Hernández Castro, Fidel García Rivera, David Brito Miranda

Evaluación de reproducción por estacas en *Carica papaya* L., en genotipos nativos del estado de Guerrero, México

15

Arlae Rojas López, Elías Hernández Castro, Agustín Damián Nava, Catarino Ávila Resendiz, Guadalupe Reyes García, Blas Cruz Lagunas

Análisis nutricional del fruto de tres árboles tropicales utilizados en la alimentación animal

18

Jaime Olivares Pérez, Ezequiel Robledo Reyes, Erick A Camilo Torres, Saúl Rojas Hernandez, Francisca Avilés Nova, Alejandro Córdova Izquierdo, Abel Villa Mancera, Luis M Camacho Díaz, Moisés Cipriano Salazar

Ciencias de la Salud

Prevalencia de vaginosis bacteriana en mujeres guerrerenses y factores de riesgo asociado

21

Amalia Vences Velázquez, Luz del Carmen Alarcón Romero, Karen Cortés Sarabia, Reyna Isabel Organes Sarabia, Betsy Aguirre Rodríguez, Jazmín Galicia Mora, Melissa Esther Reyes Guzmán, Natividad Castro Alarcón, Berenice Illades Aguiar

Dinámica de transmisión del dengue clásico introduciendo mosquitos genéticamente modificados

26

Jair Pineda Pineda, Juan Carlos Hernández-Gómez

Ciencias Sociales y Humanidades

La evaluación según las creencias de profesores de matemática

31

Crisólogo Dolores Flores

Confiabilidad y validez de un instrumento que mide la inteligencia organizacional en una universidad de Chimalhuacán (centro de México)

41

Javier Carreón Guillén, Jorge Hernández Valdés, María Luisa Quintero Soto, Cruz García Lirios

Ciencias Ambientales

Emisiones de CO₂ y CH₄ en un ecosistema costero tropical: la laguna de Coyuca, Guerrero, México.

48

José Luis Cortés-García, Manuel Mendoza-Mojica, María Amparo Martínez-Arroyo, Sandra Gómez-Arroyo, Yolanda Carbajal-López, Sergio García-Ibañez, José Luis Rosas-Acevedo, Justiniano González-González, Uriel Leal Ramírez, Nazarin Vargas Armenta

Precursores de terremotos en las brechas sísmicas de Guerrero y Acapulco Guerrero

55

Alejandro H. Ramírez Guzmán, Oscar Talavera Mendoza, Elvia Díaz Villaseñor, Luis Fernando Ocampo Marín



Editorial

La publicación de revistas virtuales es una de las principales aliadas de la educación a distancia, ya que como una herramienta de aprendizaje en el que los autores y los lectores confluyen en un mismo lugar a pesar de estar separados por la distancia geográfica, permite que el uso de las TIC'S en el apoyo a la educación influya decisivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente hay una discusión referente a la facilidad de publicar revistas virtuales, en donde se cuestiona la calidad de este tipo de publicaciones, dada las nuevas costumbres seguidas por las editoriales tradicionales, quienes en tiempos actuales han llevado la mercantilización del conocimiento a niveles nunca antes vistos. Esto tiene como resultado que el valor científico de un artículo no sea ya el principal objetivo al publicarlo, sino el valor de puntos que puede tener este artículo en la evaluación académica en la que el autor esté involucrado, ya que la práctica obligada de los académicos de publicar o perecer (*public or perish*), impulsada por el proceso de evaluación académica a los que se someten los autores de documentos científicos, ha degenerado en una tarea de “completar la cuota” académica impuesta por las instituciones evaluadoras.

Esto necesariamente afecta la divulgación del conocimiento, ya que si somos objetivos, encontramos que hay una línea muy fina entre la calidad de los artículos que se publican en revistas de pago por publicación y aquellas como Tlamati en la que se privilegia el conocimiento y la calidad de los artículos. Muchas veces, es mejor para los autores asegurar mediante el pago de su publicación en revistas indexadas, sin importar el valor académico del artículo, pero asegurando el puntaje que este artículo tiene en el mercado académico actual, antes que publicarlo solo para divulgar el conocimiento que en él se genera.

De esta manera, una nueva ética de publicación priva en el ámbito académico actual, por lo que se hace necesario buscar divulgar el conocimiento sin caer en prácticas mercantiles mercenarias que afecten la calidad de los artículos publicados, ya que el valor intrínseco en puntos académicos necesariamente afecta (y condiciona) la producción de los resultados de investigación.

Tlamati-Sabiduría está comprometida con la divulgación del conocimiento, no con los puntos que cuesten los artículos. Se desarrolla un cuidadoso proceso editorial aprovechando todos los recursos necesarios con el objeto de crear un ambiente rico en el conocimiento de todas las áreas, donde el saber se distribuya hasta donde se encuentra el destinatario, por contraposición a lo que era habitual, que el lector se trasladase a la fuente del saber, privilegiando la transmisión de los contenidos y la comunicación académica entre los autores y los lectores, provocando una sinergia que impulse el desarrollo del conocimiento

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez





Compuestos en resina de linaloe (*Burcera linanone*)

Efrain Cruz Cruz¹
Dolores Vargas-Alvarez^{2*}
Agustin Damian Nava³
Francisco Palemon Alberto³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, campus Zacatepec. Carretera Zacatepec Galeana s/n, Centro, 62780 Zacatepec de Hidalgo, Morelos, México. Tel: +52 (734) 343 3820.1

²Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Químico

³Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Ambientales y Agrícolas

*Autor de correspondencia
vdolores@colpos.mx

Resumen

El árbol de linaloe (*Burcera linanone*) es productor natural de linalool; sin embargo, no se ha estudiado la presencia de otros volátiles en los diferentes órganos de la planta. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar cualitativamente metabolitos secundarios tales como terpenos, fenoles y saponinas. Las muestras de planta se obtuvieron en distintas localidades de la cañada de Oaxaca, en el Sur de Puebla, Sur de Morelos y Noroeste de Guerrero, México. Se incluyeron muestras de corteza, hoja, fruto y madera de árbol macho y hembra. Para la identificación de los metabolitos, se utilizaron los métodos arrastre por vapor, cromatografía de capa fina y papel para la determinación de éstos. Los terpenos más importantes fueron los aceites esenciales, que emanaron de la corteza, la semilla, la hoja y la madera; los cuales fueron analizados por CG-MS, de donde se obtuvieron en corteza del árbol hembra 12 compuestos, de los que sobresalieron en proporción: acetato de linalol al 75.6%, acetato de (α)-Terpineol al 6% y cariofileno al 12%. En corteza de árbol macho se encontraron cuatro compuestos y sobresalieron en forma dominante el acetato de linalool con 89%, mientras que en la semilla se determinó un alto porcentaje de acetato de linalool del 96%.

Palabras clave: volátiles, terpenos

Abstract

The linaloe tree (*Burcera linanone*) is a producer of natural linalool, but presence of other volatiles in different organs of the plant are not studied at this time. Therefore, objective of this research was to determine in a qualitative approach, secondary metabolites such as terpenes, phenols and saponins. Plant samples were collected in different locations at the glen of Oaxaca, in Southern Puebla, South of Morelos and North of Guerrero. We included samples of bark, leaf, fruit and timber tree, both male and female. For identification of metabolites in laboratory, methods applied were vapor drag, thin layer chromatography and paper. Analyzed by GC-MS, the most important terpenes were essential oils emanating from the bark, seed, leaf and wood, obtained in 12 female bark compounds. Exceed in proportion: linalool acetate to 75.6%, acetate (α) terpineol caryophyllene 6% and 12%. Four compounds were found in male tree bark and exceed in dominant way the linalool acetate with 89%, while in the seed was determined high percentage of linalool acetate 96%.

Keywords: volatile, terpenes, linaloe

Como citar el artículo:

Cruz Cruz, E., Vargas-Alvarez, D., Damian Nava, A. y Palemon Alberto, F. (2016). Compuestos en resina de linaloe (*Burcera linanone*) . *Tlamati*, 7(2), 5-8.

Introducción

El linaloe es una *Burcera*, que se encuentra en peligro de extinción según la Norma Oficial Mexicana 059 de Ecología del año 2001 (NOM-059-ECOL-2001); sin embargo, las producciones comerciales pueden ser certificadas si la multiplicación es vegetativa, o por cultivo de tejidos. La explotación de esta planta puede ser en condiciones controladas con la aplicación de riego, en invernadero o bioespacios. La fisiología del árbol permite la explotación continua de aceites siempre y cuando se tenga una programación en la producción, los aceites se pueden extraer de las plántulas generadas por esqueje, semilla y ex plantas. Lo más recomendado es por ex plantas, la obtención de plántulas se llevaría directamente a proceso una vez que se obtenga el follaje; de este follaje puede ser extraído por el método de arrastre por vapor y así obtener los aceites esenciales del linaloe con un solvente no polar como el cloruro de metileno o diclorometano. Este aceite obtenido puede ser materia prima de alta calidad debido a que el árbol de linaloe es especialista en producir el acetato de linanol con una excelente calidad que va de 65 al 99% de los compuestos obtenidos por arrastre de vapor (Queiroga, Duarte, Ribeiro y de-Magalhães, 2007). Este componente tiene diversos usos en la agricultura como en el control de plagas y enfermedades, repelente para mosca de la fruta, bacterias (Hu, Hu y Zheng, 2009) e insectos (Sfara, Zerba y Alzogaray, 2009). Para el área de post-cosecha se utiliza, acompañado de la misma resina, para recubrimiento de frutos y que están expuestos en el estante de venta (Ayala-Zavala, González-Aguilar y del-Toro-Sánchez, 2009). Por otro lado, en el área de la salud se ha asociado con sus efectos terapéuticos en desorden psicológico que ocasionan las presiones de trabajo (Chaimovitsh, Abu-Abied, Belausov, Rubin, Dudai y Sadot, 2010); además de tener actividad antioxidante (Mkaddem, Bouajila, Ennajar, Lebrihi, Mathieu y Rom-

dhane 2009), antimicrobiana, para aplicaciones en la piel, para el uso industrial como son jabones perfumes, maqui-lajes y cremas (Queiroga et al., 2007). Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue determinar cualitativamente y semicuantitativamente los metabolitos secundarios de diferente polaridad en distintos órganos del árbol de linaloe.

Materiales y métodos

La colecta del material vegetal se realizó en cuatro estados de la república mexicana. Puebla, Morelos, Guerrero y Oaxaca. La colecta consistió en la obtención de material vegetal de árboles hembra y macho; para ello, se fraccionó una rama del árbol de donde se obtuvo la esencia de la corteza. Posteriormente se almacenó en una hielera para evitar la fuga de volátiles. En laboratorio se hizo una prueba preliminar y se encontró que en una semana los volátiles disminuyeron su fragancia, motivo por el cual se procedió a obtener la esencia de forma directa con algodones colocados sobre incisiones que se hicieron en la corteza del árbol en pie. A esta muestra se le dio un tratamiento con cartuchos de carbón activado en una trampa de aceites esenciales, con un flujo de aire constante. Posteriormente se retiró el cartucho, obteniendo la esencia con diclorometano, que fue analizada en CG-MS. Por otro lado, se analizaron las muestras aplicando un arrastre de vapor, obteniendo así el análisis cualitativo y semi-cuantitativo por CG-MS por cada órgano.

El análisis semi-cuantitativo se realizó de forma indirecta con linanol puro y en base a este estándar, se realizó la cuantificación en los diferentes órganos de la planta de muestras provenientes de distintas altitudes de los distintos estados donde se realizó el estudio. Se extrajo directamente con diclorometano a un gramo de muestra y se procedió a hacer la purificación en sílica y resinas sefadex 60, cuyo objetivo fue de remover las impurezas de mayor peso molecular.

Tabla 1. Comparación del contenido de compuestos entre árboles hembra y macho de linaloe.

T	Tr	Abundancia (%)	Compuesto ♀	Tr (min.)	Abundancia (%)	Compuesto ♂
1	7.043	1.21	1-Undecene	7.063	2.329	
2	8.051	0.962		8.712	89.033	Linalool
3	8.726	75.609	<u>Linalool acetato</u> ó Berganiol	15.601	4.016	
4	9.942	6.295	(α)-Terpineol acetato	15.630	4.623	1-Undecene
5	10.511	0.777	to α -Cubeneno			
6	11.311	12.046	Cariofileno			
7	13.268	0.750	δ -Cadineno			
8	17.732					
9	17.797					
10	20.691					

Tr: tiempo de retención

Tabla 2. Proporción de linalol en diferentes órganos de la planta de linaloe (Media \pm Error estándar).

Órgano de la planta	Concentración d acetato de linalol (%)
Corteza	81.21 \pm 10.45
Madera	45.262 \pm 0.94
Hoja	75.69 \pm 0.31
Fruto	96.295 \pm 0.12

Para el análisis preliminar se usó hoja y corteza a la que se le hizo la prueba cualitativa de flavonoides, fenoles, saponinas y terpenos (Ross, 1998). El análisis de aceites esenciales de linaloe se hizo mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Se usó un cromatógrafo Agilent Technology 6890 y un espectrómetro de masas 5972 en modo impacto electrónico a 70 eV. Se utilizó una columna Hp-5 ms de polidimetil siloxano y el He se usó como gas acarreador. Las condiciones fueron las siguientes: el inyector se mantuvo a 150°C, el horno se inició a una temperatura de 40°C por siete minutos, la cual se incrementa a 15°C min⁻¹ llegando a 180°C, la cual se mantuvo constante hasta el término de la corrida de análisis de 22 minutos.

La identificación tentativa se realizó mediante el análisis de tiempos de retención y el análisis de los fragmentos generados de cada compuesto, así como del peso molecular y el perfil de iones generados de cada pico. Estos iones

moleculares se compararon con los establecidos en datos de la biblioteca NIST 2002. Cada muestra se analizó por duplicado.

Resultados y discusión

El análisis preliminar mostró la presencia de terpenos, saponinas, fenoles y taninos.

El análisis por cromatografía de gases arrojó la diferencia entre un árbol macho y un árbol hembra indicando que éste último presentó menor porcentaje en linalool pero con más variedad de otros aceites como cariofileno y el macho menor proporción de otros aceites pero con el más alto porcentaje de linalool con un valor de 89% (véase cuadro 1).

Los componentes de los árboles por sexo son muy específicos durante la floración. Los resultados arrojaron que el árbol hembra tiene más compuestos que el macho.

Los diferentes órganos del árbol pueden ser un atractivo para la extracción de aceites; aunque las partes más recomendables son las hojas, el fruto y la corteza. En éste último caso, los cortes deben ser pequeños para permitir la regeneración (véase tabla 2).

El mayor contenido de volátiles se presentó en el fruto, principalmente se encuentra en las capas que cubren la semilla. Esto indica que los volátiles en la floración y en la cosecha de las semillas, probablemente en la parte anaranjada de la semilla muestren alta concentración de cariofileno (Tabla 3).

La variación del contenido de linalol por ubicación geográfica de las plantas no mostró un patrón muy claro, esto puede ser debido a que no se tomó como referencia la edad del árbol, a menos que se homogenizara la muestra de árboles por diámetro de la base. La fluctuación de los me-

Tabla 3. Contenido de acetato de linalol en diferentes estados de la república (Media \pm Error estándar).

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	Acetato de linalol (mL Kg ⁻¹ de peso fresco)
Oaxaca	Sgo. Quiotepec	A 1 km de la carretera internacional.	12 \pm 1.3
Oaxaca	Sn. Juan Bautista Cuicatlán	Desviación al Chilar	16.7 \pm 0.8
Oaxaca	Sn. Juan de los Cues	A 200 metros de la pista del hipódromo (Oeste)	12.14 \pm 1.45
Oaxaca	Sn. Juan Bautista Cuicatlán	El chilar	19 \pm .05
Oaxaca	Sn. Juan de los Cues	La Pluma	22 \pm 2.9
Oaxaca	Sn. Juan Bautista Cuicatlán	Dominguillo	16 \pm 4.5
Puebla	Axutla	Radio Buey, al lado del Río Mixteco	15 \pm 2.1
Guerrero	Tepecoacuilco de Trujano	Xalitla	16 \pm 3.4
Morelos	Puente de Ixtla	La tigre	14 \pm 1.2

tabolitos secundarios puede afectarse por la época del año o por las variaciones fisiológicas de la planta. Esto es, cuando la planta produce su reserva energética para el letargo o proceso de defoliación hasta iniciar su nuevo ciclo (Lavola, 1998).

El análisis preliminar fue necesario para la determinación de metabolitos secundarios. Se realizó a diferentes polaridades y por espectrofotometría de masas, dando como resultado la presencia de saponinas, fenoles y flavonoides respectivamente, así como monoterpenos como el linalool (Jaludzientene, Tomi y Casanova, 2009) y otros componentes de interés biológicos; sin embargo, el macho (véase tabla 1) tiene una especialidad en producir en mayor proporción linalool (Queiroga et al., 2007). La hoja y la semilla también presentan una alta especialidad en producir solo acetato de linalool o su sinónimo acetato de linalol. Las estructuras químicas se presentan a continuación con su espectro de iones: las estructuras en obtenidas en el análisis de espectrofotometría de masas se obtuvieron los compuestos mostrados en la tabla 1. Sin embargo Judith, Becerra y Koji Noge (2010), mencionan que el principal compuesto es acetato de linalil en *Bursera linae*. De acuerdo a los resultados analizados en este trabajo es probable que el método de extracción o de análisis, cause polimerización o que la exposición al ambiente cause el cambio de estructura, por lo que habría que reiniciar un experimento de confrontación de métodos.

Conclusión

Por cromatografía de capa fina y espectrofotometría UV- visible se identificaron saponinas, ácidos fenólicos y aceites esenciales. Diez tipos de aceites esenciales fueron identificados en el árbol hembra, mientras que en el árbol macho fueron identificados cuatro tipos, presentando mayor proporción de acetato de linalool en este último. En el fruto y en dos lugares de la cañada de Oaxaca, encontramos mayor concentración de acetato de linalool.

Referencias

- Ayala-Zavala, J. F., González-Aguilar, G. A. y del-Toro-Sánchez, L. (2009) Enhancing safety and aroma appealing of fresh-cut fruits and vegetables using the antimicrobial and aromatic power of essential oils. *Journal Food Science*, 74(7), 84-91.
- Chaimovitch, D., Abu-Abied, M., Belausov, E., Rubin, B., Dudai, N. y Sadot, E. (2010) Microtubules are an intracellular target of the plant terpene citral. *Plant Journal*, 61, 399-408.
- Hu, H. S., Hu, H. B. y Zheng, X. D. (2009) Study on chemical constituents and antimicrobial activity of the essential oil from *Acanthopanax brachypus*. *Zhong Yao Cai*, 32(1), 67-70.
- Judith, X., Becerra, L. y Koji Noge. (2010) The Mexican roots of the Indian Lavender Tree. *Acta Botanica Mexicana*. 91, 27-36.
- Judzientene, A., Tomi, F. y Casanova, J. (2009) Analysis of essential oils of *Artemisia absinthium* L. from Lithuania by GC, GC(RI), GC-MS and ¹³C NMR. *Natural Products*, 8, 1113-8.
- Lavola, A. (1998). Phychemical of deciduous trees in relation to environmental changes. *Joensuu Yliopiston Luonnontieteellisiä Julkaisuja*. 46, 1-39.
- Mkaddem, M., Bouajila, J., Ennajar, M., Lebrihi, A., Mathieu, F. y Romdhane, M. (2009). Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha (longifolia* L. and *viridis*) essential oils. *Journal Food Science*, 74(7).
- Queiroga, C. L., Duarte M. C., Ribeiro B. B. y de-Magalhães P M (2007) Linalool production from the leaves of *Bursera aloexylon* and its antimicrobial activity. *Fitoterapia*, 78(4), 327-8.
- Ross, H I, (1998). *Medicinal plants of the world*. Humana Press. Totowa, New Jersey. 204-240 p.
- Sfara, V., Zerba, E. N. y Alzogaray, R. A. (2009) Fumigant insecticidal activity and repellent effect of five essential oils and seven monoterpenes on first-instar nymphs of *Rhodnius prolixus*. *Journal Medical Entomology*, 46, 511-5



Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México

Tomás Brito Guadarrama¹
 Agustín Damián Nava¹
 Blas Cruz Lagunas¹
 Elías Hernández Castro²
 Fidel García Rivera¹
 David Brito Miranda¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Poniente s/n frente a Col. Villa de Guadalupe. CP. 40010. Iguala, Guerrero, México. Tel. +52(733) 333 4776

² Universidad Autónoma de Guerrero. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

*Autor de correspondencia
 svilleriass@gmail.com

Resumen

El cultivo del papayo (*Carica papaya*) presenta interés económico y social, con problemas fitosanitarios y de manejo; esto motivó el mejoramiento del cultivar tipo 'Mamey' mediante mutagénesis en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero, obteniendo 2 genotipos R₅M₄ amarilla y R₅M₄ roja, ambos con tolerancia al VMAP y alto rendimiento. Sabiendo que los estudios fenológicos permiten el uso eficiente de insumos en la productividad, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la fenología de dichos genotipos en Iguala, Guerrero, México. La fase vegetativa comprendió 2 subfases: 1) germinación, con 2 momentos: a) siembra de semillas a 2 días de imbibición, b) emisión radicular a 12 días de siembra, en ambos genotipos; 2) crecimiento de planta, con 2 momentos: a) crecimiento en vivero, con tallos de 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro, y 10 hojas por planta a 91 días después de pretrasplante en macetas, en papaya amarilla y roja, respectivamente, y b) crecimiento de planta en campo, con tallos de 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, y 13 y 12 hojas por planta a 62 y 65 días después del trasplante en campo, en la misma dirección. La fase reproductiva comprendió 2 subfases: 1) Floración inicial, con 2 momentos: a) crecimiento de primordio floral a 43 y 46 días después del trasplante, b) apertura floral, y c) caída de pétalos a 10 y 9 días después de crecimiento de primordio y de apertura floral, en el mismo sentido, y 2) fructificación inicial, con 3 momentos: a) cuaje de fruto, en el mismo momento de caída de pétalos, b) tamaño máximo de fruto a 82 y 85 días después de cuaje, y c) madurez y cosecha de 1er fruto, a 61 días después de crecimiento de fruto en papaya amarilla y roja, respectivamente.

Palabras clave: *Carica papaya* L., Genotipo de irradiación y selección recurrente R₅M₅ y Fenología

Abstract

Harvest of Papaya (*Carica papaya*) represents an economic and social interest, but at the same time, there are phytosanitary and management problems. These conditions led to improve cultivar type 'Mamey' by means of mutagenesis at the Academic Unit of Agricultural and Environmental Sciences of the Autonomous University of Guerrero, obtaining 2 genotypes R₅M₄ yellow and R₅M₄ red, both of them with VMAP tolerance and high performance. There are evidences about phenological studies that allow efficient use of inputs in productivity. Based on these evidences, this

Como citar el artículo:

Brito Guadarrama, Damián Nava, a., Cruz Lagunas, b., Hernández Castro, E., García Rivera, F. y Brito Miranda, D. (2016). Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México. *Tlamati*, 7(2), 9-14.

study aimed to assess phenology of these genotypes at Iguala, Guerrero, Mexico. Vegetative phase involved 2 sub-phases, as follows: 1) germination, with 2 moments: a) planting seeds after 2 days of imbibition, b) issuance root planting after 12 days in both genotypes; 2) plant growth, with 2 moments, as follows: a) growth in the nursery, with stems of 16.6 and 15.5 cm height, 0.5 and 0.4 cm in diameter, and 10 leaves per plant, 91 days after pre-transplant of yellow papaya and red papaya in pots, respectively; b) plant growth in the field, with stems of 43.1 and 42.0 cm height, 1.4 and 1.1 cm in diameter and 13 to 12 leaves per plant after 62 and 65 days of transplantation on field, in the same direction. Reproductive phase involved two subphases, as follows: 1) initial bloom, with three stages; a) growth of floral primordium 43 and 46 days after transplantation; b) floral opening; c) falling of petals, 9 and 10 days after growth of floral primordium, and floral opening in the same direction. 2) initial fruiting, with three stages, as follows: a) fruit set in the moment of falling petals, b) maximum fruit size at 82 and 85 days after fruit set, and c) 1st harvest maturity and fruit, 61 days after fruit growth of yellow papaya and red papaya, respectively

Keywords: *Carica papaya* L., Genotype irradiation and recurrent selection, R₅M₅,

Introducción

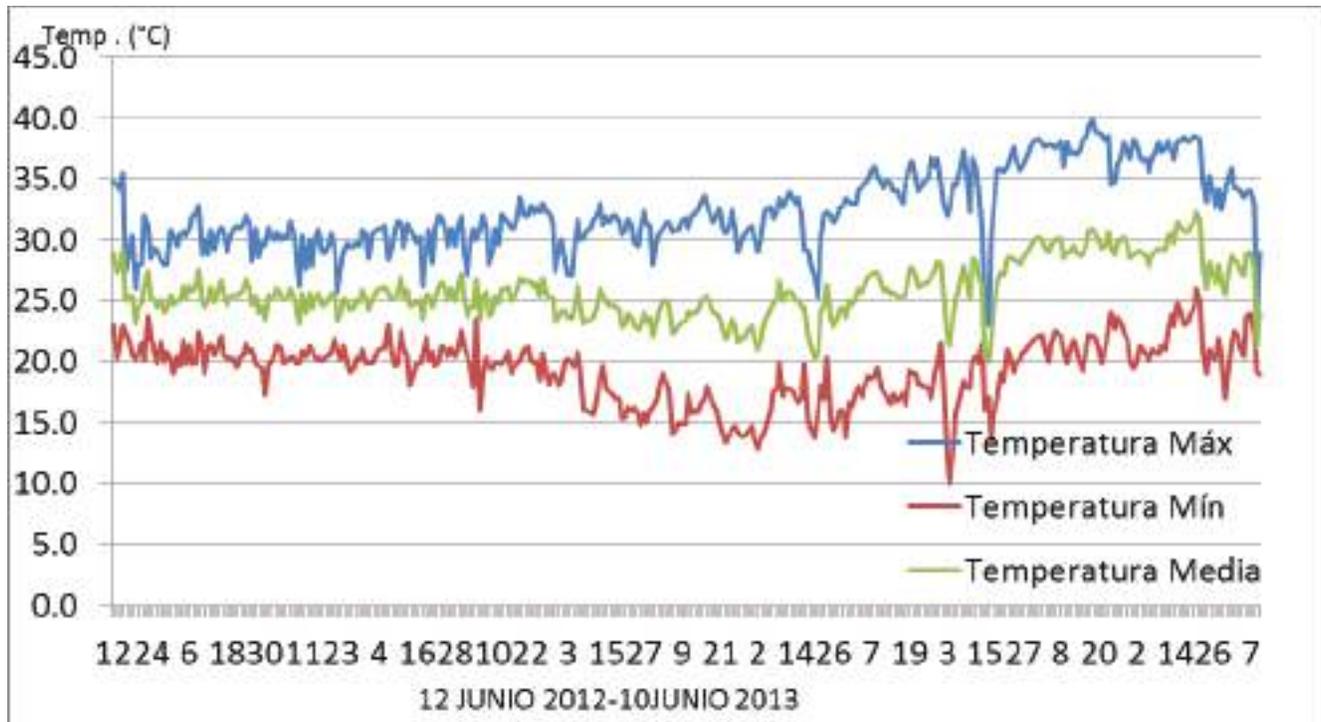
El cultivo de papaya (*Carica papaya*) se visualiza como de pronta recuperación de la inversión y alta rentabilidad, por lo que se ha dispersado por varias áreas tropicales y subtropicales, siendo las principales entidades productoras de la República Mexicana: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Colima, y Guerrero, donde el *cultivar* [cv] Maradol roja predomina, debido a sus cualidades de fructificación y gran demanda en el mercado nacional y extranjero

(Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2013), no obstante, tanto en Veracruz como en Guerrero, también se siembra cultivares criollos tipo 'Cera' y 'Mamey' respectivamente. Todos los cultivares que se siembran son susceptibles al Virus de la Mancha Anular del Papayo [VMAP], principal problema fitosanitario, sin que por métodos convencionales hasta el momento se haya encontrado éxito completo para su control. Esto motivó la búsqueda de tolerancia a dicha enfermedad a través del mejoramiento genético del

Tabla 1. Fases, Subfases y Momentos fenológicos de los genotipos de papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, en Iguala, Gro.

GENOTIPO/ FASE	VEGETATIVA				REPRODUCTIVA					
	Subfase	Germinación		Crecimiento		Floración inicial		Fructificación inicial		
Momento	Siembra de semillas	Emisión de yemas radicales	Planta en vivero	Planta en campo	Crecimiento de primordio floral	Apertura floral	Caída de pétalos	Cuaje de fruto	Crecimiento máximo de fruto	Madurez y cosecha de 1 ^{er} fruto
R ₅ M ₅ amarilla		12	91	62	43	10	10	-	82	61
		DDI	DDPt	DDT	DDCC	DDCP	DDAF		DDCF	DDCM
Días acum	0	12	103	165	208	218	228	-	310	371
Altura tallo (cm)			16.6	43.1	61.6	-	68.6	-	117.7	201
Diámetro tallo (cm)			0.5	1.4	2.4	-	2.7	-	6.6	10.0
# hojas			10	13	19	-	20	-	35	36
R ₅ M ₅ roja		12	91	65	46	9	9	-	85	61
		DDI	DDPt	DDT	DDCC	DDCP	DDAF		DDCF	DDCM
Días acum	0	12	103	168	214	223	232	-	317	378
Altura tallo (cm)			15.5	42.0	69.5	-	78.7	-	133.8	210
Diámetro tallo (cm)			0.4	1.1	2.2	-	2.7	-	6.7	9.0
# hojas			10	12	20	-	22	-	34	36

Gráfica 1. T máx., mín. y media diaria en Iguala, Gro., durante el periodo de evaluación fenológica de papaya.



papayo en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero [UACAA-UAGro], proceso que mediante irradiación con ^{60}Co en semillas de papaya tipo 'Mamey', y de selección recurrente, se obtuvo a los genotipos R_5M_4 de pulpa amarilla y R_5M_4 de pulpa roja, ambos con alta tolerancia al VMAP y rendimientos de 43.4 y 57.8 t ha⁻¹ de fruta respectivamente (Brito, 2007).

Por otra parte es sabido que los estudios fenológicos permiten entender las respuestas de los organismos a los factores ambientales, así como las etapas críticas de las plantas cultivadas, lo que ayuda al uso eficiente de los insumos disponibles, al conocer las dosis óptimas y el momento en que las plantas lo requieren (Nakasone y Paul, 1998). Los mismos autores señalan que la temperatura mínima para crecimiento satisfactorio del papayo es 15°C y, en rango de 15 a 35 °C; con un óptimo para fotosíntesis de 25 a 30 °C, y que las temperaturas inferiores a este nivel inhiben el desarrollo de las flores; si el descenso de las temperaturas es a 0 °C se presentan fuertes daños al follaje, a -2 °C ocasiona daños en frutos, y a -4 °C muere la planta. En otro estudio en Venezuela (Parés, Basso y Jáuregui, 2001) encontró que la forma sexual androica de la lechosa cv Cartagena amarilla fue más precoz en iniciar la floración, tardando 54 días después de la siembra en campo, mientras que las formas sexuales andromonoica y ginoica iniciaron su floración a los 59 y 61 días, respectivamente. Con base a lo anterior se planeó llevar a cabo el presente trabajo con el objetivo de evaluar las fases fenológicas de los genotipos seleccionados de papaya R_5M_5 amarilla y R_5M_5 roja bajo las condiciones climáticas de Iguala, Guerrero, México.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 20 g de semilla del genotipo de papaya R_5M_4 de pulpa amarilla y 20 g del genotipo R_5M_4 de pulpa roja, ambos con alta tolerancia al VMAP; mismos que fueron proporcionados por el actual programa de mejoramiento genético del papayo de la UACAA-UAGro.

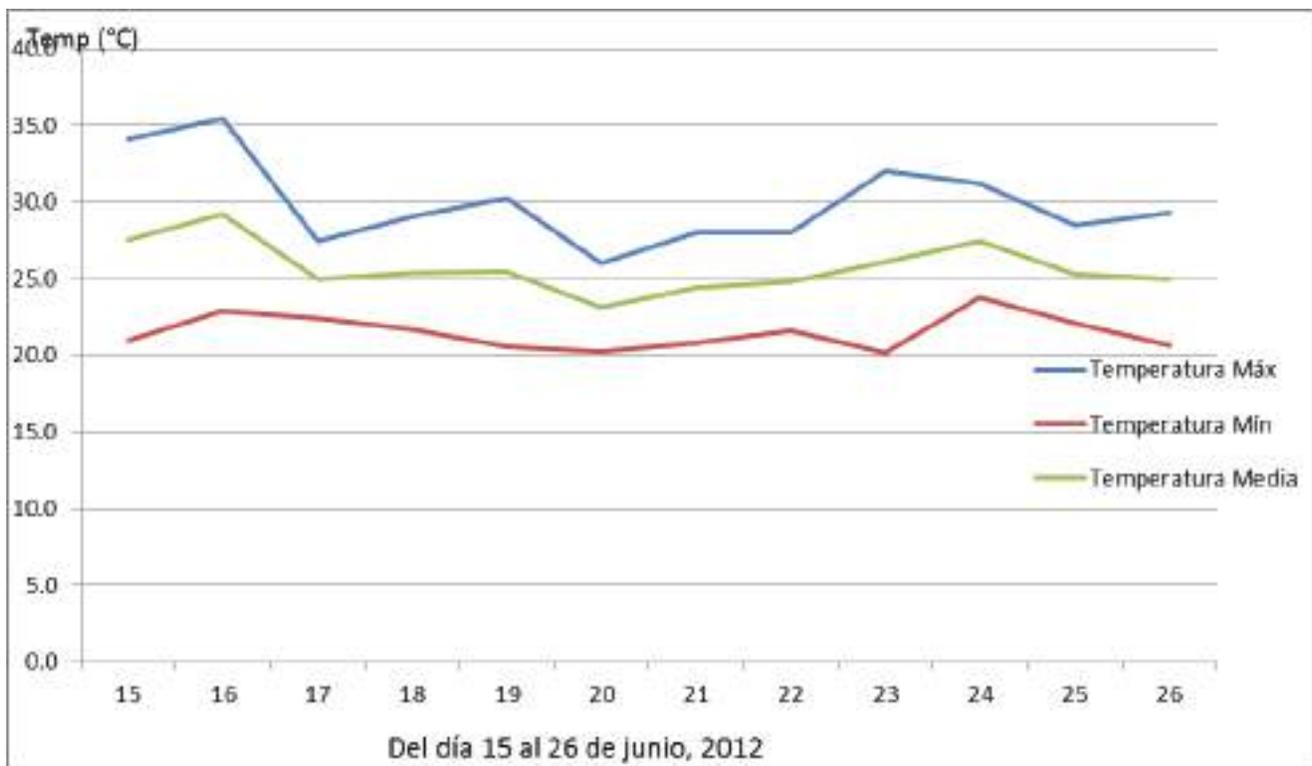
Tratamientos y manejo experimental

El trabajo consistió en el establecimiento de dos parcelas experimentales contiguas o subpoblaciones de 750 plantas de los genotipos de papaya R_5M_5 amarilla y R_5M_5 roja (1,500 plantas en total). Estas parcelas se instalaron en el campo experimental de la UACAA-UAGro, en la localidad de Tuxpan, municipio de Iguala, Guerrero., la cual presenta un clima $Aw_0(w)_g(i)$ con régimen de lluvias en verano, el más seco de los cálidos subhúmedos, con precipitación media anual de 1049.77 mm, la temperatura media anual de 25.9 °C, cuya temperatura más alta se presenta antes de junio y con oscilación térmica poco significativa.

El suelo pertenece al orden Vertisoles y suborden Usterts, profundo, oscuro a pardo amarillento, con textura media, ligeramente alcalino, muy pobre de materia orgánica y fertilidad natural baja, los contenidos de fósforo son bajos, permeabilidad lenta en la superficie y rápida en el subsuelo. Este es muy rico en calcio, magnesio y potasio, susceptible de erosión eólica e hídrica, con respuesta satisfactoriamente a fertilizantes y/o abonos orgánicos (González, 1983).

La semilla de los genotipos de papaya se sometió a imbibición (remojo en agua pura durante 48 horas) a partir del 12 de junio de 2012, inmediatamente después se colocó

Gráfica 2. Temp. máx., mín. y media diaria en Iguala, Gro., durante la germinación de semillas de papaya.



en franela humedecida, para que una vez iniciada la emisión de yemas radicales se pretrasplantaron en vasos de unicel del número 12 con mezcla de los sustratos peatmos y vermiculita; el 25 de septiembre del mismo año se llevó a cabo el trasplante en campo definitivo, colocando en cada posición de 3 a 4 plantas para que finalmente quedara solo una por cepa.

La fertilización nitrofosfatada y potásica se hizo en 6 partes con base a la dosis $(100-80-60)$ g planta⁻¹, iniciando a partir del trasplante en campo. En la primera y segunda parte se aplicó la mitad de fósforo y potasio y una parte proporcional del nitrógeno, en las subsiguientes aplicaciones se repartió el resto de nitrógeno, siempre alrededor de cada mata, y con intervalos de 30 días después de la primera aplicación.

Los micronutrientes foliares, así como los agroquímicos para el combate de plagas y enfermedades se asperjaron solos o mezclados, con intervalo de 15 a 20 días a partir del trasplante en campo hasta un mes antes del inicio de cosecha.

El riego se llevó a cabo por medio de manguera, mata a mata cada vez que el cultivo lo requirió, tomando en cuenta el contenido de humedad del suelo y la marchitez de las plantas.

El proceso de observación y registro de los eventos fenológicos factibles de medir fue sistemático, mismo que se inició a partir de la germinación de semillas hasta la madurez y cosecha inicial del primer tramo de fructificación, periodo que tuvo una duración de 13 meses, durante el cual se identificaron y registraron los eventos de estudio

a intervalos de cada 8, 15 y 30 días. El procesamiento estadístico de los registros permitió obtener el dato fenológico para estimar la duración de cada fase, subfase y momento fenológico y comparar el proceso consigo mismo a través del tiempo en cada genotipo.

Resultados

El estudio fenológico de los 2 genotipos de papaya (*C. papaya*) R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja en Iguala, Gro., comprendió el crecimiento vegetativo y reproductivo. El primero comprendió 2 subfases: 1) germinación, con 2 momentos: a) siembra de semillas después de 2 días de imbibición en agua, y b) emisión radicular, a 12 días después de siembra, en ambos genotipos, y 2) crecimiento vegetativo a) crecimiento de planta en vivero, y b) crecimiento de planta en campo; el crecimiento en etapa de vivero duró 91 días, momento en que presentaron los tallos con 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro y 10 hojas por planta para R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente. El crecimiento en campo transcurrió 62 y 65 días después del trasplante a crecimiento de primordio foliar; en este último momento los tallos presentaron 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, con 13 y 12 hojas por planta en la misma dirección, con duración total de 165 y 168 días de crecimiento vegetativo desde germinación en el mismo sentido. La fase de crecimiento reproductivo consistió en la diferenciación y desarrollo de los órganos reproductivos del papayo, la cual comienza con 1) floración inicial y 3 momentos: a) crecimiento de primordio floral a 43 y 46 días después del crecimiento de planta

en campo con tallos de 61.6 y 69.5 cm de altura, 2.4 y 2.2 cm de diámetro, 19 y 20 hojas por planta de R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente., b) apertura floral, con disposición a la polinización, a 10 y 9 días después del crecimiento de primordio floral en el mismo sentido y, c) caída de pétalos, que sucedió también a 10 y 9 días después de apertura floral, con tallos de 68.6 y 78.7 cm de altura, y 2.7 cm de diámetro, 20 y 22 hojas por planta, en la misma dirección. La subfase fructificación inicial también se separó en 3 momentos: a) cuaje de fruto, que sucedió simultáneamente con la caída de pétalos, b) crecimiento máximo de fruto (23.5 y 21 cm de diámetro longitudinal y ecuatorial), lo cual ocurrió a 82 y 85 días después del cuaje de fruto, cuando los tallos tenían 117.7 y 133.8 cm de altura, 6.6 y 6.7 cm de diámetro, 35 y 34 hojas por planta de R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente y, c) madurez y cosecha de 1er fruto, lo cual ocurrió a 61 días de crecimiento máximo de fruto (8.9 y 9.2 meses del trasplante), cuando los tallos tenían 201 y 210 cm de altura, 10 y 9.0 cm de diámetro y 36 hojas por planta, en la misma dirección (véase tabla 1).

Significado de las letras: DDI (días después de imbibición), DDpt (días después de pretrasplante), DDT (días después de trasplante), DDCC (días después de crecimiento en campo), DDCP (días después de crecimiento de primordio floral), DDAF (días después de apertura floral) y DDCF (días después de cuaje de fruto) y DDCM (días después de crecimiento máximo de fruto).

Discusión y conclusiones

El crecimiento vegetativo y reproductivo del papayo consiste en un proceso evolutivo durante el cual se observa la presencia de órganos activos cuya intensidad de aparición, crecimiento y detención evidencian los eventos fenológicos. La fase de crecimiento vegetativo inicia con la germinación de semillas, y esta subfase a su vez empieza en el momento de siembra y termina con la emisión de yemas radicales de las semillas a los 12 días del tratamiento de imbibición en agua pura, en ambos genotipos, debido en parte al tratamiento pregerminativo y a las temperaturas medias diarias de 23.2 a 29.2 °C durante el mes de junio en que se llevó a cabo (véanse gráficas 1 y 2) En este segundo momento de la germinación se realizó el pretrasplante en macetas, espacios donde ocurrió el crecimiento de plantas en etapa de vivero durante 91 días, momento en que los tallos presentaron 16.6 y 15.5 cm de altura, 0.5 y 0.4 cm de diámetro y 10 hojas por planta de la R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente. Esto coincide en parte con los resultados presentados por De los Santos, Becerra, Mosqueda, Vázquez y Vargas (1997) al señalar que las plantas de papayo se deben trasplantar al alcanzar una altura de 10 a 15 cm. Esta etapa precedió al periodo de crecimiento en campo con duración de 62 y 65 días del trasplante al inicio de brotación de primordios foliares, momento en que tallos presentaron 43.1 y 42.0 cm de altura, 1.4 y 1.1 cm de diámetro, con 13 y 12 hojas por planta en el mismo sentido, es decir el crecimiento vegetativo total transcurrió durante 165 y 168 días, en la misma dirección.

La fase reproductiva consiste en cambios cualitativos y cuantitativos de los órganos reproductivos del papayo, la cual comienza con el crecimiento del primordio floral inicial a los 43 y 46 días (más 10 y 9 días de apertura flo-

ral) después del crecimiento de planta en campo, momento en que los tallos tuvieron 61.6 y 69.5 cm de altura, 2.4 y 2.2 cm de diámetro, 19 y 20 hojas por planta para R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja. Respectivamente prosiguió la caída de pétalos y cuaje de fruto, momentos simultáneos a los 10 y 9 días después de apertura floral, en que los tallos presentaron 68.6 y 78.7 cm de altura, 2.7 cm de diámetro, 20 y 22 hojas por planta en la misma dirección. Esto coincide en parte con los resultados presentados por Parés, Basso y Jáuregui (2001), al encontrar que la forma sexual androica de la lechosa cv Cartagena amarilla en Venezuela fue más precoz en iniciar la floración, tardando 54 días después de la siembra en campo, mientras que las formas sexuales andromonoica y ginoica iniciaron su floración a los 59 y 61 días, respectivamente; el crecimiento máximo de fruto (23.5 y 21 cm de diámetro longitudinal y ecuatorial), lo que sucedió a los 82 y 85 días a partir del cuaje de fruto, cuando los tallos tenían 117.7 y 133.8 cm de altura, 6.6 y 6.7 cm de diámetro, 35 y 34 hojas por planta en la misma dirección., culminando esta fase reproductiva con la madurez del primer fruto de cosecha inicial a los 61 días después de crecimiento máximo de fruto (8.9 y 9.2 meses del trasplante), momento en que las plantas presentaron 201 y 210 cm de altura de tallo, 10 y 9 cm de diámetro, y 36 hojas por planta, en papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja, respectivamente.

Durante los 12.5 meses de crecimiento vegetativo y reproductivo de los genotipos de papaya R₅M₅ amarilla y R₅M₅ roja se evaluaron 4 eventos fenológicos de crecimiento vegetativo y 6 de crecimiento reproductivo, con similitud entre eventos respecto al periodo de duración en ambos materiales, esto debido en parte a que ambos genotipos provienen del mismo cultivar criollo, con iguales ciclos de irradiación y selección (R⁵M⁵) y, a que la evaluación se llevó a cabo en las condiciones edafoclimáticas de la misma localidad.

Agradecimientos

Se agradece ampliamente a la Dirección General de Investigación de la UAGro quien financió el presente proyecto en la convocatoria 2013.

Referencias

- Brito G. T. (2007). *Evaluación Agronómica y de Tolerancia al Virus Mancha Anular de Genotipos Obtenidos por Mutagénesis de Papaya 'Mamey'*. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero, 114p.
- De los Santos de la R., F., Becerra, L. E. N., Mosqueda, V. R., Vázquez, H. A. y Vargas, G. A. B. (1997). *Manual de producción de papaya en el estado de Veracruz. Folleto Técnico No. 17*. SAGAR. INIFAP, CIRGOC, FPV, Campo experimental Cotaxtla, Veracruz, Ver., México, 30 pp.
- González, M. R. (1983). *Levantamiento detallado de los suelos del valle de Iguala Gro.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero, 107p.
- Nakasone H. y Paul, R. E. (1998). *Tropical fruits*. CAB Internacional. Wallingfort, OX. 239-269.
- Parés, J., Basso, C. y Jáuregui, D. (2001). Cantidad, viabilidad y germinabilidad de granos de polen en flores de

lechosa (*Carica Papaya* L.) Cv. Cartagena Amarilla. *X Jornadas de Investigación del Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado»*, Tarabana, Venezuela, 137p.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación, (Octubre 22, 2013). *Resumen de la producción agrícola, situación al 31 de agosto de 2013*. Obtenido de: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=288.



Evaluación de reproducción por estacas en *Carica papaya* L., en genotipos nativos del estado de Guerrero, México

Arlae Rojas López^{1*}
 Elías Hernández Castro¹
 Agustín Damián Nava¹
 Catarino Ávila Resendiz²
 Guadalupe Reyes García¹
 Blas Cruz Lagunas¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Poniente s/n. Col. Villa de Guadalupe. Iguala, Guerrero, México. C. P. 40010. Tel. +52(733) 333 0144.

² Colegio de Posgraduados Unidad Veracruz.

*Autor de correspondencia
 rojaschantal_78@yahoo.com.mx

Resumen

El cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) es de gran importancia socioeconómica, sin embargo la única forma de reproducción masiva es a través de semilla, lo cual es más tardado y las características de las plantas son heterogéneas. Una alternativa de conservación y multiplicación del cultivo de papaya es la reproducción vegetativa. Es una técnica sencilla, rápida, barata y además permite conservar la uniformidad genética de las plantas madres. La investigación consistió en la colecta de material vegetativo (estacas) de plantas de papaya en el estado de Guerrero, México. El material vegetativo se enraizó en una cámara de enraizamiento situada en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero de Tuxpan en la ciudad de Iguala, Guerrero. Las estacas fueron de 40 y 30 cm de longitud, colocadas en tres diferentes sustratos, Peat moss, Arena y Mezcla al 30 y 70 % respectivamente de los dos sustratos, se colocaron tres repeticiones dando un total de 18 tratamientos, se suministró tres aplicaciones de enraizador Rootex (2 g L⁻¹). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, Diámetro de tallo, Número total de hojas, Diámetro de copa y Longitud de raíz. Se utilizó el programa SAS versión 9.0, para analizar las variables mencionadas. Los resultados de las variables evaluadas, indican que el mejor tratamiento fue las estacas de 40 cm, por otro lado el factor sustrato no presentó diferencias significativas, sin embargo se observó que las estacas establecidas en el sustrato puro Peat moss el desarrollo y prendimiento fue lento y produjo pudrición de tallo.

Palabras clave: reproducción asexual, estacas, papaya

Abstract

Harvest of papaya (*Carica papaya* L.) have a huge socio-economic importance, however, the only way for massive reproduction is by planting seeds, which is more time consuming and characteristics of the plants are heterogeneous. An alternative for conservation and multiplication of harvest of papaya is vegetative reproduction. This is a simple, fast, and cheap way for cultivation and also preserves the genetic uniformity of mother plants. For this research, main data came from a collection of material (stakes) of plants of papaya at the State of Guerrero, México. Vegetative mate-

Como citar el artículo:

Rojas López, A., Hernández Castro, E., Damian Nava, A., Ávila Resendiz, Reyes García, G. y Cruz Lagunas, B. (2016). Evaluación de reproducción por estacas en *Carica papaya* L., en genotipos nativos del estado de Guerrero, México. *Tlamati*, 7(2), 15-17.

rial was rooted in a nursery located in the Academic Division of Agricultural Sciences and Environmental of Tuxpan at the city of Iguala Guerrero. Stakes used were 40 and 30 cm length, and placed on three different substrates, as follows: peat moss, sand, and 30 and 70% mix of these two substrates. Three repeats were placed for a total of 18 treatments with three applications of a rooter named Rootex (2 g L⁻¹). Variables evaluated were, as follows: plant height, stem diameter, number of leaves, cup diameter, and root length. SAS software version 9.0 was used in order to analyse data of variables. Evaluated results indicate that the best treatment was the stakes of 40 cm, on the other hand,

Introducción

En la actualidad la papaya ó el papayo (*Carica papaya* L.) es un cultivo con un alto valor económico en nuestro país, ya que tiene gran demanda en el mercado, su fundamento; quizá por su alta rentabilidad, los varios usos que se le dan en la industria, que por su succulencia, sabor, suavidad, etc., es una fruta favorita en muchos países. Por lo cual se ha convertido en una excelente alternativa para desarrollar proyectos agrícolas de alta productividad que generan empleos permanentes en el campo (García, 2010).

Los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] del año 2007 mencionan que México es un gran productor de papaya a nivel mundial, ocupando el cuarto lugar con 736 miles de toneladas, y es el principal exportador del cultivo para los Estados Unidos y Canadá. La superficie cosechada de México durante el periodo representa el 5.47% de la superficie cultivada mundial, es decir, 20 mil hectáreas. Siendo Veracruz, Chiapas, Michoacán, Oaxaca y Guerrero los principales estados productores.

Una alternativa de conservación del cultivo es la propagación vegetativa. Es una técnica sencilla, rápida, barata y además permite conservar la uniformidad genética de las plantas madres. Por lo general la eficiencia del enraizamiento está afectada por la variedad, las condiciones ambientales prevalecientes, la nutrición de la planta madre, la edad del árbol generador y la parte de la planta seleccionada (Hartmann, Kester y Davis 1990; Boschini y Rodríguez, 2002).

Por lo que esta investigación plantea la necesidad de desarrollar una alternativa de reproducción asexual en donde se pueda recuperar la genética de las plantas nativas de *Carica papaya* L.

Objetivo general:

Determinar la efectividad de reproducción por estacas en *Carica papaya* L.

Materiales y métodos

La investigación consistió en la colecta del material vegetativo (estacas) de plantas de papaya (*Carica papaya* L) en el estado de Guerrero, México. El material vegetativo se enraizó en el vivero situado en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero en Tuxpan, que se ubica en el Km 2.5 de la carretera Iguala- Tuxpan en la ciudad de Iguala Guerrero, cuyas coordenadas geográficas son 18⁰ 20' 30'' latitud norte y 99⁰ 29' 50'' longitud oeste, con una altitud de 744 msnm. El clima que predomina es Awo (w) (i) g, el más seco de los cálidos subhúmedos, con régimen de lluvias en verano distribuidas principalmente entre junio a octubre, cuya precipitación media anual es de 1049.1 mm, y una temperatura promedio de 26.4 °C (García, 1988).

El traslado del material vegetativo se realizó en una hielera envueltos en papel periódico, para evitar su deshidratación. El establecimiento fue en una cámara de enraizamiento de medidas 8 x 8 y se utilizó un registro de temperatura y humedad relativa, para controlar los riegos. Se utilizó un diseño bifactorial (2 x 3) completamente al azar, donde el primer factor fue diferente longitud de 30 y 40 cm; el segundo factor fue tres diferentes sustratos, se utilizó: Peat moss®, Arena y la Mezcla de ambos al 30 y 70 % respectivamente. Previamente, el sustrato Arena se desinfectó con agua en ebullición y se cubrió con plástico negro durante tres días, las macetas fueron de plástico de 59 cm

Tabla 1. Análisis de varianza de cinco variables cuantificadas de plantas de papaya propagadas asexualmente. Iguala, Gro. Otoño e Invierno 2013.

Variables	Media	Cuadrados medios	CV %	Fc	Significancia experimental
ADP	40.45	630.37	3.53	308.76	0.0001 **
DDT	12.22	8.76	38.72	0.39	0.5398 N.S.
NDH	5.50	42.66	30.90	14.77	0.0012 **
DDC	16.18	2175.51	67.50	18.22	0.0005 **
LDR	12.64	1464.84	80.52	14.13	0.0014 **

** : Altamente significativo; N.S: No significativo; CV (%): Coeficiente de variación;

Fc: F calculada; ADP: Altura de planta; DDT: Diámetro de tallo; NDH: Número total de hojas; DDC: Diámetro de copa; LDR: Longitud de raíz.

Tabla 2. Prueba de comparación múltiple (Tukey, $\alpha = 0.05$), de medias de cinco variables de plantas de papaya propagadas asexualmente, con respecto a la longitud.

Variables	Estacas de 40 cm	Estacas de 30 cm
ADP	45.58a	35.33b
DDT	12.83a	11.62a
NDH	6.83a	4.16b
DDC	25.70a	6.66b
LDR	20.45a	4.83b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

de largo y 19 cm de ancho y se desinfectaron con hipoclorito de sodio y agua al 50%. Las macetas se instalaron en bancos de madera. Se colocaron tres repeticiones dando un total de 18 tratamientos, suministrándose tres aplicaciones de enraizador Rootex® Cosmocel (2 g L^{-1}) al momento de la siembra y cada ocho días, al igual que captan (2 g L^{-1}) para evitar la pudrición ya que el material vegetativo es susceptible al ataque de hongos. Los riegos también se aplicaron conforme la necesidad de la planta. El programa SAS versión 9.0 se utilizó para el análisis de varianza y prueba de comparación múltiple (Tukey, $\alpha = 0.05$), de medias de las variables cuantificadas.

Las variables que se registraron fueron:

- **Altura de planta (cm)**; se utilizó una cinta métrica para tomar este dato y se tomo desde la base del sustrato hasta la primera hoja.
- **Diámetro de tallo (mm)**; se utilizó un vernier para registrar este dato.
- **Número total de hojas**; se contaron manualmente las hojas maduras y jóvenes de las estacas enraizadas
- **Diámetro de copa (cm)**; Este dato se midió con una regla y dos escuadras graduadas (cm), el dato se tomo en cruz sacando un promedio de los dos valores.

Longitud de raíz (cm); Se procedió a sacar la estaca de los tres sustratos con mucho cuidado para no dañar la raíz y se midió la raíz mas larga con una cinta métrica.

Resultados

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de varianza de cinco variables cuantificadas de plantas propagadas asexualmente (Estacas) de Papaya, donde se observa diferencias altamente significativas para el factor Longitud en cuatro de las variables cuantificadas. El coeficiente de variación fue relativamente alto en todas las variables evaluadas.

En la tabla 2, se puede observar que las estacas de 40 cm obtuvieron el mayor Número total de hojas, Diámetro de copa y Longitud de raíz. En la variable Diámetro de tallo no presentaron diferencias significativas ya que la

diferencia mínima significativa es de 4.06 mm.

Cabe mencionar que los resultados de las prueba de comparación múltiple (Tukey, $\alpha = 0.05$), de medias de las cinco variables de plantas de papaya propagadas asexualmente, con respecto a los sustratos no presentaron diferencias significativas, sin embargo en el sustrato Peat moss había un acumulamiento de humedad por lo que presentaba una alta probabilidad de pudrición de tallo.

Conclusiones

En los resultados arrojados se puede observar que los mejores tratamientos son los de las estacas de 40 cm de longitud en los tres diferentes sustratos, ya que superaron a las estacas de 30 cm en todas las variables cuantificadas. El método de reproducción asexual por estacas de 40 cm de longitud es una alternativa eficaz para recuperar la genética de plantas de papaya nativas.

Agradecimiento a los proyectos

“FRU-PAY-12-02” financiado por SINAREFI SAGARPA “Colecta y caracterización morfológica y bioquímica de papayas silvestres y criollas” financiado por la UAGro.

Referencias

- Boschini, C. y Rodríguez, A. M. (Noviembre 15, 2013). Inducción del crecimiento de estacas de morera (*Morus alba*), con ácido indol butírico. *Agronomía mesoamericana*. 13(1). Obtenido de: <http://redalyc.org/rsc/inicio/ArtpdfRed.jsp>.
- García, E. (1988). *Modificación al sistema de clasificación climática Köppen*. Cuarta edición. Paul Ecke Poinsettia Encinitas, California. U.S.A. 258p.
- García, M. A. (Mayo 11, 2013). *Guía técnica del cultivo de papaya*. Obtenido de: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf>.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E. y Davis, F. T. (1990). *Propagación de Plantas. Principios y Prácticas*. CECSA (Compañía Editorial Continental, S. A.). México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (mayo 28, 2013). Obtenido de: siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/papaya/ce_panoramal.pdf.



Análisis nutricional del fruto de tres árboles tropicales utilizados en la alimentación animal

Jaime Olivares Pérez^{1*}
 Ezequiel Robledo Reyes¹
 Erick A Camilo Torres¹
 Saúl Rojas Hernández¹
 Francisca Avilés Nova²
 Alejandro Córdova Izquierdo³
 Abel Villa Mancera⁴
 Luis M Camacho Díaz¹
 Moisés Cipriano Salazar¹¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
 Carr. Altamirano-Iguala km.3.5 Col. Las Querenditas AP 12. CP. 40660

Cd. Altamirano, Guerrero, México. +52(767) 672 3494

² Universidad Autónoma del Estado de México-Temascaltepec.

³ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

⁴ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

*Autor de correspondencia
 olivaares@hotmail.com

Resumen

Se determinó la composición química, la producción de gas *in vitro* a 96 h de incubación (PGIV_{96h}), así como la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y energía metabolizable (EM) en los frutos de *Acacia cochliacantha*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium dulce*, usando el método de PGIV. Los datos de la composición química, PGIV_{96h}, DIVMS y EM, se analizaron en un diseño completamente al azar y se utilizó la prueba de Tukey (P<0.05) para la comparación de medias entre los frutos. Los frutos con mayor contenido proteico (P<0.001) fueron de *E. cyclocarpum* con 13.6% y *A. cochliacantha* con 11.1%. El mayor contenido en fibras detergentes (P<0.05) en *A. cochliacantha* (FDA: 38.3%; FDN: 55.0%) y de taninos condensados [TC] (P<0.05) en *E. cyclocarpum* (7.1%) que disminuyó su digestibilidad en comparación con el fruto de *P. dulce* (DIVMS: 35.6%). La PGIV_{96h} y la energía metabolizables fue mayor (P<0.01) en los frutos de *E. cyclocarpum* con 185.0 ml/g MS, 5.6 Mj/kg MS y *P. dulce* con 223.0 ml/g MS y 6.23 Mj/kg MS, respectivamente. Se concluye que la composición nutricional, PGIV y la digestibilidad de los frutos difieren. Además, el contenido de FDA, FDN y TC se relacionó con una menor digestibilidad de la materia seca en los frutos. Sin embargo, el contenido de proteína cruda fue mayor al 8.0 % recomendado para el funcionamiento de la micro flora ruminal, razón por la que los frutos pueden sugerirse como alimento alternativo en la dieta de rumiantes en regiones tropicales.

Abstract

By means of PGIV method applied to the fruits of *Acacia cochliacantha*, *Enterolobium cyclocarpum* and *Pithecellobium dulce*, following results were determined, as follows: chemical composition, production of gas *in vitro* at 96 h of incubation (PGIV_{96h}), digestibility of dry matter *in vitro* (DIVMS) and metabolizable energy (ME). PGIV_{96h},

Como citar el artículo:

Olivares Pérez, J., Robledo Reyes, E., Camilo Torres, E. A., Rojas Hernández, S., Avilés Nova, F., Córdova Izquierdo, A., Villa Mancera, A., Camacho Díaz, L. M., Cipriano Salazar, M. (2016). Análisis nutricional del fruto de tres árboles tropicales utilizados en la alimentación animal. *Tlamati*, 7(2), 18-20.

DIVMS y EM data for chemical composition were analyzed in a completely randomized design. Tukey test ($P < 0.05$) was used to compare means between the fruits. Fruits with higher protein content ($P < 0.001$) were *E. cyclocarpum* with 13.6% and *A. cochliacantha* with 11.1%. Higher detergent fiber content ($P < 0.05$) was found in *A. cochliacantha* (FDA: 38.3%; FDN: 55.0%) and of condensed tannins [TC] ($P < 0.05$) in *E. cyclocarpum* (7.1%) with decreased digestibility compared with *P. dulce* (DIVMS: 35.6%). PGIV96h and metabolizable energy was higher ($P < 0.01$) in fruits of *E. cyclocarpum* with 185.0 ml/g MS, 5.6 Mj/kg MS and *P. dulce* with 223.0 ml/g MS and 6.23 Mj/kg MS. As a conclusion, PGIV, nutritional composition and digestibility of fruits have differences. Content of FDA, FDN and TC was associated with a lower digestibility of dry matter in fruits. However, raw protein content was 8.0% higher than recommended for the operation of ruminant micro flora. As a result, fruits may be suggested as an alternative food in the diet of ruminants in tropical regions.

Keywords: fruits, trees, digestibik

Introducción

Una de las principales causas de la baja productividad de la ganadería en las regiones tropicales, es la baja disponibilidad y calidad nutricional de los alimentos que son utilizados comúnmente como dieta base (Osuga, Wambui, Abdulrazak, Ichinohe y Fujihara, 2008), en consecuencia, el nivel nutricional de los rumiantes depende de su capacidad para fermentar el alimento y producir nutrientes como los ácidos grasos de cadena corta [AGCC] y la masa microbiana. Las especies leguminosas se caracterizan por producir fruto, hasta 200 kg de fruto por árbol al año (Olivares-Pérez, Valencia-Almazan, Gutierrez-Segura, Mireles-Martínez, Rojas-Hernández y Olivares-Servín, 2012); además muchos frutos contienen cantidades útiles de proteína y pueden servir como complemento de nitrógeno en la alimentación de rumiantes durante la estación seca (Olivares, Aviles, Albarran, Castelan y Rojas, 2013). Los árboles contienen altos niveles de taninos, lo que podría poner en peligro la utilización de follaje o frutos que provienen de ellos para la alimentación animal (Patra y Sexena, 2010). El objetivo fue evaluar la composición nutricional, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca [DIVMS], producción de gas *in vitro* [PGIV_{96h}] en los frutos de *Acacia cochliacantha*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium dulce*, en nueve arbóreas leguminosas tropicales.

Materiales y métodos

Composición química de los frutos

De cada especie arbórea se colectaron tres muestras de 500 g de fruto maduro en la época de secas y se secaron a 40 °C por 48 h en promedio a la sombra, hasta obtener peso constante y se molieron en un molino wiley con criba de 1 mm. Las muestras se analizaron para materia seca [MS] por secado a 105°C por 24 h en promedio, en estufa de aire forzado. El contenido de cenizas se determinó por incineración de muestras en una mufla a 550°C por 12 h, y la materia orgánica [MO] por diferencia entre el contenido de MS con las cenizas de acuerdo a la *Association of Official Analytical Chemist* [AOAC] (2000). La proteína cruda [PC] se determinó por el método de Kjeldahl (AOAC, 2000; ID 954.01). La fibra ácido detergente [FAD] y fibra neutro detergente [FDN], se determinaron por el método Van Soest y Wayne (Goering y Van Soest, 1970). El contenido de fenoles totales [FT] (Folin ciocalteu) y taninos condensados [TC] (butanol-HCl), de acuerdo a la metodología descrita por Watherman y Mole (1994).

Producción de gas *in vitro* de los frutos con y sin polietilenglicol-8000 [PEG].

Cada muestra se sometió a digestión para medir la producción de gas *in vitro* [PGIV] y digestibilidad *in vitro* de la materia seca [DIVMS] y orgánica [DIVMO], por la técnica de producción de gas, propuesta por Theodorou, Williams, Dhanoa, McAllan, y France (1994). La energía metabolizable [EM] se estimó con la ecuación propuesta por Menke., Raab, Salewski, Steingass, Fritz y Schneider (1979), que utiliza la producción de gas a 24 h de 0.2 g de muestra, ajustada con el blanco (1):

$$EM(\text{Mj/kg DM}) = 2.2 + 0.136PG24 + 0.0057PC \quad (1)$$

Dónde: EM= energía metabolizable; PG24= producción de gas a 24 h (ml/0.2 g MS) y PC= proteína cruda en porcentaje.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos de las variables fueron analizados por modelos lineales generales, en un diseño completamente al azar, las medias se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0.05$), procedimientos en el programa de Statistical Analysis System [SAS] (2002); modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij} \quad (2)$$

dónde: Y_{ij} = variable respuesta (PC, cenizas, MO, FDA, FDN, TC, FT, DIVMS, PGIV y EM) al tratamiento ($i = 1, 2, 3$ frutos) en la repetición ($j = 1, 2, 3$); μ = media general; T_i = efecto de los tratamientos (i); ξ_{ij} = el error aleatorio del tratamiento (i) en la repetición (j), términos de $n-1(\sigma^2, 0)$.

Resultados y discusión

La PC fue mayor ($P < 0.001$) en los frutos de *E. cyclocarpum* con 13.55% y en los frutos de *A. cochliacantha* con 11.08% en relación a los frutos de *P. dulce* (véase tabla 1). El contenido de cenizas como indicativo del contenido mineral en los frutos fue mayor ($P < 0.001$) en el *P. dulce* y en *A. cochliacantha* con 6.53 y 5.84%, respectivamente (véase tabla 1). El contenido de fibras detergentes neutro y ácido fueron mayores ($P < 0.001$) en los frutos de *A. cochliacantha* con 55.01 y 38.38%, respectivamente. El contenido de taninos condensados fue mayor ($P < 0.001$) en los frutos de *E. cyclocarpum* con 7.17% (véase tabla 1). La PGIV y la EM fue mayor ($P < 0.001$) en los frutos del

Tabla 1 Composición nutricional del fruto de tres leguminosas arbóreas forrajeras tropicales (% en base seca)

Leguminosa	<i>A. cochliacantha</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>P. dulce</i>	EEM	Valor de P
Proteína cruda	11.08 ^b	13.55 ^a	10.17 ^c	0.30	***
Cenizas	5.84 ^a	4.21 ^b	6.53 ^a	0.47	***
Materia orgánica	94.16 ^b	95.79 ^a	93.47 ^b	0.47	***
FDA	38.38 ^a	13.85 ^b	14.72 ^b	0.84	***
FDN	55.01 ^a	21.34 ^b	20.91 ^b	0.49	***
Fenoles totales	4.61 ^a	2.82 ^a	2.99 ^a	3.11	***
Taninos condensados	5.03 ^b	7.17 ^a	1.79 ^c	0.26	***
DIVMS	15.40 ^b	27.20 ^{ab}	35.60 ^a	6.57	***
PGIV _{96h}	79.3 ^b	185.3 ^a	212.0 ^a	21.3	***
¹ Energía Metabolizable	3.73b	5.59 ^a	6.23 ^a	0.46	***

DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca, PGIV: producción de gas *in vitro* (mL/g MS a 96 h de incubación) EEM: Error estándar de la media; Tukey (***P<0.001).

¹(MJ/kg MS)

P. dulce y *E. cyclocarpum* con 212.0 y 185.3 mL/g MS en producción de gas y con 6.23 y 5.59 MJ/kg MS, respectivamente, y la DIVMS fue mayor en los frutos de *P. dulce* con 35.60% (véase tabla 1).

Discusión

El contenido de PC en los frutos de *A. cochliacantha*, *P. dulce* y *E. cyclocarpum* (véase tabla 1); cubren el mínimo requerido (8.0%) para garantizar el buen funcionamiento de la microflora ruminal (Patra y Saxena, 2010). Esto asegura el sustento de nitrógeno en la dieta de rumiantes en el trópico en época de secas (Olivares-Pérez, Aviles-Nova, Rojas-Hernandez, Albarran-Portillo y Castelan-Ortega, 2011; Olivares et al., 2012; Olivares et al., 2013). El contenido de cenizas como indicativo del contenido mineral es importante como suplemento en la dieta de los animales (Olivares et al., 2013; Rojas, Aviles, Castelan, Garcia, Olivares y Valencia, 2012; Rojas-Hernández, Olivares-Pérez, Gutiérrez-Segura, Jiménez-Guillén, León-López y Córdova-Izquierdo, 2013). El alto contenido de fibras en los frutos de *A. cochliacantha* y el contenido de TC en los frutos de *E. cyclocarpum* se relacionó con la disminución de la DIVMS, la PGIV y la energía metabolizable, resultados que coinciden con lo reportado por (Fasae, Sowande y Popoola, 2010; Mokoboki, Ndlovu, L.R. y Malatje, 2011; Rojas et al., 2013).

Conclusiones

Se concluye que la composición nutricional, PGIV y la digestibilidad de los frutos difieren, además, el contenido de FDA, FDN y TC se relacionó con una menor digestibilidad de la materia seca en los frutos. Sin embargo, el con-

tenido de PC fue mayor al 8.0 % recomendado para el funcionamiento de la micro flora ruminal, razón por la que los frutos de *A. cochliacantha*, *E. cyclocarpum* y *P. dulce* pueden sugerirse como alimento alternativo en la dieta de rumiantes en regiones tropicales.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemist, (2000). *Official methods of analysis 17th ed. Association of Official Analytical Chemist*, (Arlington, VA. USA).
- Fasae, O.A., Sowande, O.S. y Popoola, A.A. (2010). Evaluation of selected leaves of trees and foliage of shrubs as fodder in ruminant production. *Journal of Agricultural Science and Environment*. 10, 36–44.
- Goering, M. K. y Van Soest, D.J. (1970). *Forage fiber analysis (apparatus reagents, procedures and some applications) agriculture and book no. 379*. Department of Agriculture. USA, 20 p.
- Menke, K. H., Raab, I., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. y Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminantfeedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science and Environment*. 93: 217-222.
- Mokoboki, H. K., Ndlovu, L. R. y Malatje, M. M. (2011). Intake and relative palatability indices of acacia species fed to sheep and goats, *Agroforestry Systems*. □1, 31–35.
- Olivares, P. J., Aviles, N. F., Albarran, P. B., Castelan, O. O. A. y Rojas, H. S. (2013). Use of three fodder trees in the feeding of goats in the subhumid tropics in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 45, □21–□2□
- Olivares-Pérez J., Valencia-Almazan, M. T., Gutierrez-



Prevalencia de vaginosis bacteriana en mujeres guerrerenses y factores de riesgo asociado

Amalia Vences Velázquez^{1*}
 Luz del Carmen Alarcón Romero²
 Karen Cortés Sarabia¹
 Reyna Isabel Organes Sarabia¹
 Betsy Aguirre Rodríguez¹
 Jazmín Galicia Mora¹
 Melissa Esther Reyes Guzmán¹
 Natividad Castro Alarcón³
 Berenice Illades Aguiar⁴

¹ Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Inmunobiología y Diagnóstico Molecular. Av. Lázaro Cárdenas s/n. C. U. Zona Sur. CP. 39087. Chilpancingo, Guerrero, México. +52 (747) 4719310 Ext. 3600

² Universidad Autónoma de Guerrero. Laboratorio de Citopatología e Inmunohistoquímica

³ Universidad Autónoma de Guerrero. Laboratorio de Investigación en Microbiología

⁴ Universidad Autónoma de Guerrero. Laboratorio de Biomedicina Molecular

*Autor de correspondencia
 avences_2003@yahoo.com.mx

Resumen

La vaginosis bacteriana (VB) es la entidad clínica más frecuente en mujeres en edad reproductiva y su principal agente etiológico es *Gardnerella vaginalis*. Existen diversos factores de riesgo asociados al padecimiento de esta entidad clínica, entre ellos: la edad, el número de parejas sexuales, inicio de vida sexual activa, número de partos, abortos, consumo de alcohol y tabaco. Se emplearon muestras de exudados cervicovaginales las cuales fueron sembradas en medios de cultivo para el aislamiento de *G. vaginalis*, se incubaron 48 horas a 37 °C en tensión de CO₂, se realizaron pruebas de identificación (oxidasa y catalasa) y el diagnóstico de VB se realizó considerando el aislamiento de esta bacteria, así como también los criterios de Amsel y Nugent. Reportamos una prevalencia del 26.14%, así como también determinamos que ciertos factores de riesgo influyen en el padecimiento de esta entidad entre ellos: Edad, número de parejas sexuales, partos, abortos, consumo de alcohol y tabaco.

Palabras clave: : infecciones vaginales, vaginosis bacteriana, gardnerella vaginalis

Abstract

Bacterial vaginosis (BV) is the most common clinical entity in women on reproductive age and its main causative agent is *Gardnerella vaginalis*. There are several risk factors associated with condition of this clinical entity, including: age, number of sexual partners, early sexual activity, number of births, abortions, alcohol and tobacco. By means of samples of cervical scrapes which were seeded in growing media for isolation of *G. vaginalis*, and incubated for 48 hours at 37 °C in CO₂ tension. Tests for identification (oxidase and catalase), Amsel and Nugent criteria and diagnosis of VB were applied considering isolation of *G. Vaginalis*. Authors report a prevalence of 26.14%, and they determine that certain risk factors have influence on condition of this entity including: age, number of sexual partners, births, abortions, alcohol and tobacco.

Keywords: : vaginal infection , bacterial vaginosis , gardnerella vaginalis.

Como citar el artículo:

Vences Velázquez, A., Alarcón Romero, L. del C , Cortés Sarabia, K., Organes Sarabia, R. I., Aguirre Rodríguez, B., Galicia Mora, J., Reyes Guzmán, M. E., Castro Alarcón, N. e Illades Aguiar, B. (2016). Prevalencia de vaginosis bacteriana en mujeres guerrerenses y factores de riesgo asociados . *Tlamati*, 7(2), 21-25.

Introducción

Las infecciones cervicovaginales, son una de las principales causas de consulta ginecológica, y afectan principalmente a mujeres en edad reproductiva. Son llamadas de acuerdo al sitio afectado: una infección en la vagina es denominado vaginitis, en el cuello del útero es cervicitis y existe una tercer entidad clínica, la cual no es necesariamente un proceso infeccioso, sino un desequilibrio en la flora normal y es llamada vaginosis bacteriana [VB] (Cires Pujo, Freijoso Santiesteban, Silva Herrera y Vergara Fabián, 2003)

La VB se define como un síndrome clínico polimicrobiano caracterizado por presentar una secreción vaginal anormal con disturbios en el ecosistema vaginal, desplazamiento de lactobacilos por microorganismos anaerobios (principalmente *Gardnerella vaginalis*) y cambios fisicoquímicos de las secreciones vaginales, como lo son: el aumento excesivo del flujo vaginal (secreción blanca o blanca-grisácea) acompañado de un olor fétido aminado (pescado), también se presenta prurito vulvar, molestias urinarias, enrojecimiento o hinchazón de la vulva y dolor abdominal (Kenyon y Colebunders, 2013; Mastromarino y Vitali, 2013).

La prevalencia reportada de vaginosis bacteriana es muy variable. En Uganda se reporta una prevalencia de 5% mujeres adultas, mientras que en estudiantes de secundaria hasta un 50%. En Europa y EE.UU se ha registrado una prevalencia entre el 4,9% y 36,0% (Polatti, 2012). La prevalencia de la VB en mujeres mexicanas en edad reproductiva van desde el 10.8% al 58.3% (Hernández-García, Castro Escarpulli, Hernández-Méndez y Aguilera Arreola, 2012). En el estado de Guerrero se ha reportado una prevalencia del 12% en el año 2009, 20.8% en el 2010, 22% en el 2011, 21.14% en el 2012 y 28.52% en el 2013 (Alonso Reyes y Juárez Espinoza, 2013).

Existen diferentes factores de riesgo para padecer esta entidad clínica, entre ellos se encuentran: la edad materna, la raza, la educación, número de partos, las prácticas sexuales, consumo de alcohol, tabaco, el uso de drogas ilícitas, el estrés psicológico, así como también el uso de estrógenos, las duchas vaginales y el uso indiscriminado de antibióticos de amplio espectro y anticonceptivos orales (Verstraelen y Verhelst, 2010).

Las patologías asociadas a la VB se dividen en ginecológicas y obstétricas. Dentro de las ginecológicas se considera a la descarga vaginal anormal, la displasia cervical, cervicitis mucopurulenta, infección del tracto urinario; mientras que las obstetricias incluyen a la corioamniotitis,

endometritis postparto, inflamación pélvica, ruptura prematura de membranas y parto pretérmino (Turovskiy y Sutyak Noll, 2011).

El diagnóstico clínico se lleva a cabo mediante los antecedentes clínicos de la paciente, el olor durante la exploración y los criterios clínicos propuestos por Amsel, Toten, Spiegel, Chen, Eschenbach y Holmes (1983) y Nugent, Krohn y Hillier (1991) lo cual permite hacer un diagnóstico exacto y rápido de la VB (Caballero, Batista y Ortega, 2000; Sánchez Hernández, Valentín González, Vera Gordillo y Rivera Tapia, 2007).

Materiales y métodos

Para el aislamiento de *Gardnerella vaginalis* se utilizaron los medios de cultivo: Agar Casman, Agar Sangre y Agar Columbia suplementados con sangre al 5% y se incubaron a 37°C en condiciones de anaerobiosis durante 48 horas. La identificación se llevó a cabo empleando pruebas bioquímicas y tinción de Gram. Todas las personas que aceptaron participar en el estudio firmaron un consentimiento informado y se les aplicó una encuesta. Se construyó una base de datos a partir de los datos obtenidos de la encuesta, se hicieron análisis de frecuencias y pruebas de X^2 para calcular el valor de p el cual se consideró estadísticamente significativo cuando el valor fue <0.05 y regresión logística para el cálculo de OR. Para el diagnóstico de la vaginosis bacteriana se tomaron en cuenta los criterios de Amsel y de Nugent antes citados.

Criterios diagnósticos de Amsel

- Flujo vaginal homogéneo (el color y la cantidad pueden variar).
- Olor a aminas (pescado) cuando se agrega solución de hidróxido de potasio a las secreciones vaginales, comúnmente llamado "prueba de olor".
- Presencia de células guía, clave o en clavija (*clue cells*), que son células epiteliales cubiertas por coccobacilos en la microscopia.
- pH vaginal mayor de 4.5 (Martinez, Pena y Castro-Escarpulli, 2013).

Tabla 1. Sistema de ponderación de Nugent

Ponderación	Morfotipo		
	Lactobacilus	Mobilincus	Gardnerella/Bacteroides
0	>30	0	0
1	5-30	1-4	<1
2	1-4	>5	1-4
3	<1		5-30
4	0		>30

Criterios De Nugent

El sistema de Nugent clasifica la microbiota vaginal en normal, intermedia y Vaginosis Bacteriana, para lo cual considera y cuantifica los lactobacilos y otros dos morfotipos (véase tabla 1). El recuento en un extendido teñido con Gram y se suman los puntos de cada columna de la tabla, un score mayor de 7 es considerado VB (Cires et al, 2003).

Resultados

Se analizaron un total de 241 muestras de exudados cervicovaginales de mujeres con y sin sintomatología de una infección vaginal, provenientes del servicio de diagnóstico integral en la detección oportuna de CaCu de la UAG.

El diagnóstico de la VB se realizó considerando los

Tabla 2. Prevalencia de VB en la población estudiada.

	N	FRECUENCIA
SIN VAGINOSIS BACTERIANA	178	73.86
CON VAGINOSIS BACTERIANA	63	26.14
TOTAL	241	100%

Tabla 3. Factores de riesgo asociados al padecimiento de VB

VARIABLE		SIN VB n= 178	CON VB n= 63	Valor P ^a
Edad*	17-25	62 (34.83%)	47 (74.60%)	<0.001^b
	26-35	45 (25.28%)	10 (15.87%)	
	36-45	42 (23.60%)	4 (6.35%)	
	46-61	29 (16.29%)	2 (3.17%)	
IVSA*	14 – 17	82 (46.07%)	(57.14%)	0.131 ^a
	>18	96 (53.93%)	27 (42.86%)	
PAREJAS SEXUALES	1	95 (53.37%)	29 (46.03%)	0.030
	2	54 (30.34%)	22.22%	
	>3	29 (16.29%)	20 (31.75%)	
PARTOS	0	69 (38.79%)	42 (66.67%)	<0.001^b
	1	30 (16.85%)	12 (19.05%)	
	2	39 (21.91%)	5 (7.64%)	
	3	39 (21.91%)	4 (6.35%)	
	4	1 (0.56%)	0 (0.00%)	
ABORTOS	0	140 (78.65%)	55 (87.30%)	0.349 ^b
	1	30 (16.85%)	6 (9.52%)	
	>2	8 (4.49%)	2 (3.17%)	
ANTICONCEPTIVOS	NO USA	107 (60.11%)	36 (57.14%)	0.680 ^a
	SI USA	71 (39.86%)	27 (42.86%)	
ALCOHOL	NO INGIERE	80 (44.94%)	18 (28.57%)	0.023^a
	SI INGIERE	98 (55.06%)	45 (71.43%)	
FUMAR	NO	150 (84.27%)	42 (66.67%)	0.003^a
	SI	28 (15.73%)	21 (33.33%)	

Tabla 4. Factores asociados y el riesgo para el desarrollo de VB.

VARIABLE		OR (IC)	Valor de P	OR Ajustado*
PAREJAS SEXUALES	1	1		
	2	0.85 (0.41-1.74)	0.657	0.74 (0.35-1.55)
	>3	2.26 (1.12-4.57)	0.024	1.66 (0.78 -3.54)
ALCOHOL	NO INGIERE	1		
	SI INGIERE	2.04 (1.1-3.79)	0.024	1.74 (0.91-3.31)
TABAQUISMO	NO	1		
	SI	2.7 (1.38-5.19)	0.003	2.09 (1.02 - 4.27)

criterios diagnósticos de Amsel y Nugent, así como también se consideró el aislamiento de *Gardnerella vaginalis*, principal agente causal. La prevalencia reportada en este estudio para esta entidad clínica es del 26.14% (véase tabla 2).

Por medio de la aplicación de una encuesta se obtuvieron datos y hábitos personales, así como también antecedentes gineco-obstétricos, los cuales se asociaron al padecimiento de VB. Se encontró una asociación entre la edad, el número de partos, el número de parejas sexuales, el hábito de fumar y el consumo de alcohol y el padecimiento de VB (véase tabla 3)

A partir de las variables que se asociaron significativamente al padecimiento de VB se calculó el riesgo de padecer esta entidad cuando se tienen más de dos parejas sexuales, se consume alcohol y tabaco (véase tabla 4).

Discusión y conclusiones

La VB es la entidad clínica más frecuente en mujeres en edad reproductiva, es considerado un problema de salud pública debido a las complicaciones gineco-obstétricas a las que se encuentra asociada y de la cual su prevalencia es variada.

En el presente trabajo nos propusimos analizar la frecuencia de esta entidad clínica en el estado de Guerrero, con mujeres que acuden a al servicio de detección oportuna del CaCu de la Universidad Autónoma de Guerrero, así como también analizar los factores de riesgo asociados.

Hernández et al. (2012) reportan que la prevalencia para esta entidad clínica en México va desde 10% hasta un 58%; la prevalencia que nosotros reportamos es del 26.14%. Esto se puede deber a diversos factores, entre ellos el nivel socioeconómico, edad, inicio de vida sexual activa, parejas sexuales, partos, abortos, uso de anticonceptivos orales, consumo de alcohol y tabaco. Esta entidad clínica es multifactorial y es la interacción de diversos factores lo que predispone a una mujer a padecerla.

Se ha encontrado la relación entre diversos factores y esta entidad. Los rangos de edad en este estudio van desde 17 a 61 años, el mayor número de casos de VB se pueden observar en aquellas mujeres con edades desde 17 a 25 años (74.60%), así como también se aprecia que los casos de VB disminuyen conforme la edad va en aumento. Se ha reportado que esta entidad es más común en mujeres en edad reproductiva debido a la fluctuación hormonal que estas mujeres presentan, a mayor nivel hormonal mayor será el riesgo de padecer esta entidad. Otra asociación que encontramos es que las infecciones cervicovaginales son

más frecuentes en aquellas mujeres con múltiples parejas sexuales, así como también en mujeres que inician su vida sexual a temprana edad (Infante Tavio, Mendo Alcolea, Hernández Lin, Cala Calviño y Samón Rodríguez, 2012). A pesar de que la VB no es considerada una enfermedad de transmisión sexual, se ha observado que los hombres pudieran funcionar como un reservorio para *G. vaginalis*, debido a que en ellos no se presenta la entidad, pero pueden transmitirlo a sus parejas sexuales. En parejas de mujeres homosexuales se ha observado que comparten la misma flora vaginal, lo cual sugiere que esta bacteria si puede ser transmitida de persona a persona. En lo que respecta al número de partos podemos observar que entre más partos tenga una mujer los casos por esta entidad clínica son menores, considerando que el número de partos será proporcional a la edad de la mujer. A medida que la edad de la mujer progresa, van en aumento sus números de partos y también van decreciendo los niveles hormonales, esto dependerá también de la edad a la que inicien su vida sexual y el tipo de método anticonceptivo que utilicen.

Otros de los factores que encontramos asociados al padecimiento de VB es el consumo de alcohol y tabaco. Pavlova y Tao en el 2000 reporta niveles detectables de sustancias químicas del humo del cigarrillo en el moco cérvico-vaginal de las mujeres que fuman. Las sustancias químicas del cigarro pueden matar a los bacilos de Döderlein, en ausencia de lactobacilos que regulen el pH vaginal, bacterias anaerobias como *G. vaginalis* proliferan y se produce VB, pudiendo ser esta una explicación biológica del por qué hemos encontrado una asociación entre el consumo de tabaco y el padecimiento de VB (Pavlova y Tao, 2000).

Considerando los factores de riesgo reportados en la tabla 2, hemos calculado el riesgo de padecer VB para ciertos factores y encontramos que aquellas personas que tienen 3 parejas sexuales tienen un riesgo de 2.25 más en comparación con aquellas personas que solo tiene una pareja sexual. Aquellas mujeres que consumen alcohol tienen un riesgo de 2.0 y mientras que las que fuman tienen un riesgo de 2.68, estos OR fueron ajustados y se puede observar que aun ajustados el cambio no disminuye.

Con la realización de este estudio podemos concluir que la prevalencia de VB en nuestro Estado es del 26.14% y que los factores de riesgo asociados a esta entidad clínica son: edad, número de parejas sexuales, número de partos, consumo de alcohol y tabaco. Aunque no solo se le puede atribuir el padecimiento de VB a un solo factor, las mujeres de la sociedad actual presentan al menos 3 de los factores descritos debido al estilo de vida que llevan.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Guerrero a través de la Dirección de Posgrado e Investigación, por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto.

Referencias

- Alonso Reyes, J. y Juárez Espinoza J. (2013). *Microorganismos frecuentes, entidades clínicas e infección por el VPH en exudados cervicovaginales de mujeres guerrerenses*. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero.
- Amsel, R., Totten, P., Spiegel, C., Chen, K., Eschenbach, D. y Holmes, K. K. (1983). Nonspecific vaginitis: Diagnostic criteria and microbial epidemiologic associations. *The American Journal of Medicine*. 74, 14-22.
- Caballero, P. R., Batista, M. R. y Ortega, G. L. (2000). *Vaginosis Bacteriana*. Chile.
- Cires Pujo, M., Freijoso Santiesteban, E., Silva Herrera, L. Y Vergara Fabián, E. (2003). Guía para la práctica clínica de las infecciones vaginales. *Revista cubana farmacodivulgación*. 37(1), 8-52.
- Hernández – García, J. A., Castro Escarpulli, G., Hernández-Méndez, J. T. y Aguilera Arreola, M. G. (2012). La importancia del diagnóstico oportuno de infecciones bacterianas del aparato sexual femenino que cursan con exudado: *Gardnerella vaginalis*. *Pacal Medlab*. 4(3), 4-13
- Infante Tavío, N. I., Mendo Alcolea, N., Hernández Lin, T., Cala Calviño, L. y Samón Rodríguez, E. (2012). Factores de riesgo asociados a la infección vaginal por *Chlamydia trachomatis*. *MEDISAN*. 16(5), 686
- Kenyon, C. y Colebunders, R., (2013). The global epidemiology of bacterial vaginosis: a systematic review. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 209(6), 505-523.
- Mastramarino, P. y Vitali, B. (2013). Bacterial vaginosis: a review on clinical trials with probiotics. *New Microbiologica*. 36(3), 229-238.
- Nugent, R., Krohn, M. y Hillier, S. (1991). Reliability of diagnosing bacterial vaginosis is improved by standardized method of Gram stain interpretation. *Journal of Clinical Microbiology*. 29, 297-301.
- Pavlova, S. I. y Tao, L. (2000). Induction of vaginal Lactobacillus phages by the cigarette smoke chemical benzo[a]pyrene diol epoxide. *Mutation Research*. 466 (1), 57-62.
- Polatti F., (2012). Bacterial vaginosis, *Atopobium vaginae* and nifuratel. *Current Clinical Pharmacology*. 7(1), 36-40.
- Sánchez Hernández, J. A., Valentín González, E., Vera Gordillo, L. y Rivera Tapia, J. A., (2007). Diagnóstico clínico, de laboratorio y tratamiento de la vaginosis por *Gardnerella vaginalis*. *Universitas Médica*. 48(4), 382-395
- Turovskiy, Y., Sutyak Noll, K., (2011). The aetiology of bacterial vaginosis. *Journal of Applied Microbiology*. 110(5), 1105-1128.
- Verstraelen H. y Verhelst R. (2010). The epidemiology of bacterial vaginosis in relation to sexual behaviour. *BMC Infectious Diseases*. 10, 81.



Dinámica de transmisión del dengue clásico introduciendo mosquitos genéticamente modificados

Jair Pineda Pineda^{1*}
 Juan Carlos Hernández-Gómez¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Matemáticas Nodo Acapulco. Carlos E. Adame No. 54. Col. La Garita. CP. 39750. Acapulco, Guerrero, México. +52 (747) 44 487 2500

*Autor de correspondencia
 jair.uag@gmail.com

Resumen

El dengue es una enfermedad infecciosa aguda de etiología viral, transmitida por mosquitos del Género *Aedes*. Se conocen cuatro serotipos distintos de virus, identificados como DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4. En años recientes, la transmisión del dengue ha aumentado de manera significativa y se ha convertido en un gran problema de salud pública. Aunado a esto, en los últimos años se ha visto que los mosquitos transmisores se han adaptado a mayores altitudes y rangos de temperatura, lo que ha provocado la aparición de brotes epidémicos en regiones del planeta donde antes no se habían registrado. En la actualidad se han explorado diversos métodos de control para esta enfermedad, entre los cuales se tienen: el control químico, mediante el cual se pone en contacto el mosquito transmisor del virus (*Aedes Aegypti* o *Aedes Albopictus*) con algún químico que lo mata en alguna de sus etapas de desarrollo; el control físico, mediante el cual se emplean instrumentos que evitan el contacto entre los mosquitos y los seres humanos; el control biológico, mediante el cual se introduce organismo que compite o depreda, o bien al mosquito o al virus; y en años más recientes se ha explorado la posibilidad de introducir mosquitos genéticamente modificados que al introducirse en una población de mosquitos "nativos" procrean larvas incapaces de alcanzar su etapa adulta. En este trabajo de investigación se propone un modelo matemático que permite estudiar el efecto de la introducción de un mosquito genéticamente modificado como medida de control para la diseminación del dengue.

Palabras clave: dengue, mosquitos, control

Abstract

Dengue is a severe infectious disease of viral etiology, transmitted by *Aedes* genre mosquitoes. Four different viruses serotypes, identified as DEN-1, DEN-2, DEN-3 and DEN-4 are known. In recent years, dengue transmission has increased significantly and has become a major public health problem. In addition to this, in recent years, dengue transmitting mosquitoes have adapted to higher altitudes and temperature ranges, situation which has led to the emergence of outbreaks in regions of the world where none dengue cases had been reported. Currently, it have been explored various control methods for this disease, among which are, as follows: chemical control, through which the mosquitoes that transmits the virus (*Aedes aegypti* or *Aedes albopictus*) made contact with a chemical substance that kills some of their stages of development; physical control used as instrument that prevent contact between mosquitoes and humans; biological control, where organisms that function as competitive agents or preys are introduced, either in the mosquito or in the virus; and in more recent years, the further possibility of introducing genetically modified mosquitoes that when introduced into a population of "native" mosquito larvae breed, these mosquitoes are unable to reach their adult stage. In this research a mathematical model to study the effect of the introduction of a genetically modified as a control measure for the spread of dengue mosquito is proposed .

Keywords: dengue, mosquitoes, control

Como citar el artículo:

Pineda Pineda, J. y Hernández-Gómez, J. C. (2016). Dinámica de transmisión del dengue clásico introduciendo mosquitos genéticamente modificados. *Tlamati*, 7(2), 26-30.

Introducción

Las enfermedades infecciosas han sido un mal que ha aquejado a la humanidad desde sus inicios. El estudio de las enfermedades como fenómenos sociales se remonta a la descripción de las primeras plagas que se desarrollaron en épocas tan antiguas como las descritas por Girolamo Fracastoro (1546) desde 2000 a.C. hacia el año 1546, en el libro *De contagione et contagiosis morbis et eorum curatio-ne* (Gaynes, 2011), en donde describe algunas enfermedades que podían calificarse como contagiosas. Sin embargo, su mayor contribución se dio en establecer claramente el concepto de enfermedad contagiosa, en donde propone una forma de contagio secundaria a la transmisión y en identificar al menos tres formas de infección posibles:

- por contacto directo,
- por contacto con objetos infectados, y
- por inspiración del aire.

Daniel Bernouilli en 1760 establece uno de los primeros modelos matemáticos aplicado a una epidemia. Se trataba de un modelo para la viruela en el que demostraba cómo la vacunación, a base de la inoculación de pus en el organismo, era eficaz para gente sana (Wallace, 2013). En el siglo XX, William Heaton formuló un modelo discreto analizando la epidemia de sarampión en Inglaterra. Su estudio fue bastante relevante debido a que fue el primero en considerar que la incidencia de una enfermedad está relacionada con las densidades de la población sana y la población infectada.

Los modelos matemáticos pueden ayudarnos a predecir el curso de una epidemia dentro de una población, nos proporcionan herramientas para determinar valores umbrales, los cuales nos van a ayudar a determinar bajo qué condiciones es latente o no, el brote de una epidemia (van den Driessche y Watmough, 2002). Cuando se trata de enfermedades endémicas, los modelos matemáticos nos brindan información sobre cómo podemos controlar el desarrollo de dicha enfermedad, dado que los factores de la endemia son locales y las autoridades sanitarias pueden determinar los factores a tomar en cuenta que estén relacionados y que pueden ser manipulados para evitar dicho brote. Un caso particular de endemia es el dengue, dado que no existe vacuna para esta enfermedad es potencialmente peligrosa

En 1927, W. O. Kermack y A. G. McKendrick crearon el modelo SIR (Susceptible, Infectado, Recuperado), que considera una enfermedad que se desarrolla a lo largo del tiempo y en únicamente tres clases de individuos (población susceptible, población infectada y población recuperada y sin tomar en cuenta los eventos demográficos (Esteva, 2002), de acuerdo a las formulas (1), (2) y (3).

$$dS/dt = -\beta SI \quad (1)$$

$$dI/dt = \beta SI - \gamma I \quad (2)$$

$$dR/dt = \gamma I \quad (3)$$

Donde β es la tasa de infectividad efectiva y γ la tasa de recuperación.

El modelo de Kermack-MacKendrick (Kermack y McKendrick, 1927; Esteva, 2002) no contempla la dinámica vital (nacimientos y muertes). Ahora, si consideramos un modelo con dinámica vital, donde denotamos con μ a la tasa de nacimiento y mortalidad y con N al tamaño total de la población, es decir $N = S + I + R$, el modelo es el siguiente, de acuerdo a las formulas (4), (5) y (6):

$$dS/dt = mN - \beta SI - \mu S \quad (4)$$

$$dI/dt = \beta SI - \gamma I - \mu I \quad (5)$$

$$dR/dt = \gamma I - \mu R \quad (6)$$

Plantear y hacer el análisis de un modelo de este tipo nos permitirá estudiar la dinámica del dengue al introducir mosquitos genéticamente modificados y poder concluir sobre la pertinencia de introducirlos.

Hipótesis del modelo

Comenzaremos considerando que la población de humanos al tiempo t se divide en tres clases, susceptibles $S(t)$, infecciosos $I(t)$ y recuperados $R(t)$ y nos referiremos a los humanos como *huéspedes*. La población de moscos, a los cuales nos referiremos como *vectores*, la dividiremos en dos, los mosquitos susceptibles $M_s(t)$ y los mosquitos infecciosos $M_i(t)$. Para plantear el modelo consideraremos las siguientes hipótesis:

- El dengue se transfiere a huéspedes susceptibles por picadura de vectores infectados por el virus del dengue.
- El virus se transfiere a vectores susceptibles por contacto con sangre de huéspedes infecciosos.
- Los huéspedes infectados adquieren inmunidad permanente (de por vida), una vez recuperados.
- Los huéspedes son infecciosos sólo durante el tiempo que permanecen en la clase de infectados.
- Los vectores son infecciosos desde que adquieren el virus hasta su muerte.
- No hay transmisión vertical en ninguno de los infectados (huéspedes o vectores).
- La población de huéspedes es constante, es decir, la tasa de natalidad y mortandad son iguales y la denotaremos como μ , por lo tanto $N = S(t) + I(t) + R(t)$ para todo t .
- La población de vectores presenta una componente de competencia dentro de la misma especie (intraespecie), en la cual $M(t) = M_s(t) + M_i(t)$, para todo t .
- Sólo se tiene un tipo de cepa del virus (o el comportamiento de todas las cepas es el mismo).
- Los parámetros del sistema son constantes.

Planteamiento del modelo

$$\Omega = \{(S, I, R, M_s, M_i) \in \mathbb{R}^5 \mid S > 0, I \geq 0, R \geq 0, M_s > 0, M_i \geq 0\}$$

Definición 1. Definimos el espacio de variables Ω como

Definición 2. Definimos el espacio de parámetros Γ

$$\Gamma = \{(\alpha, \sigma, \kappa, \alpha, \alpha, \lambda, \beta) \in \mathbb{R}^7 \mid \mu > 0, \sigma \geq 0, \kappa \geq 0, \alpha > 0, 0 \leq \alpha \leq 1, \lambda \geq 0, \beta > 0\}$$

De esta forma proponemos el siguiente modelo en el cual hemos prescindido de la variable temporal a fin de simplificar la escritura:

$$\begin{aligned} dS/dt &= \mu N - \sigma SM_i/M - \mu S \\ dI/dt &= \sigma SM_i/M - \mu I - \kappa I \\ dR/dt &= \kappa I - \mu R \\ dM_s/dt &= \alpha(1-\varepsilon)M - \beta M_s^2 - \lambda M_s/N - \beta M_s M_i \\ dM_i/dt &= \lambda M_s/N - \beta M_i^2 - \beta M_s M_i \end{aligned} \quad (1)$$

El cuál es nuestro modelo de estudio, y sus parámetros son los mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros del sistema

Parámetro	Tasa
μ	de natalidad y mortandad de huéspedes
σ	de infectividad efectiva de los huéspedes debida a los vectores
κ	de recuperación de los huéspedes infectados
α	de natalidad de los vectores
β	de mortandad de los vectores
λ	de infectividad efectiva de los vectores debida a los huéspedes
ε	de introducción de vectores genéticamente modificados

Así, se pueden demostrar los siguientes resultados:

Teorema 1. Dado el sistema de ecuaciones diferenciales (véase sistema de ecuaciones 1), se tiene que son puntos de equilibrio en Ω (véase ecuación 2):

$$E_1 = \left(N, 0, \frac{\alpha(1-\varepsilon)}{\beta}, 0 \right) \quad (2)$$

Siempre y cuando (véase ecuación 3)

$$E_2 = (S_2, I_2, M_{s2}, M_{i2}) \quad (3)$$

Donde (véanse ecuaciones 4 y 5)

$$S_2 = - \frac{N(\kappa\alpha(\varepsilon - 1) + \mu(\alpha(\varepsilon - 1) - \lambda))}{\lambda(\sigma + \mu)} \quad (4)$$

$$I_2 = - \frac{N\mu(\kappa\alpha(\varepsilon - 1) + \alpha\mu(\varepsilon - 1) + \lambda\mu)}{\lambda(\kappa + \mu)(\sigma + \mu)} \quad (5)$$

Siempre que $0 < \sigma^* < \sigma$ (véase ecuación 6) donde

$$\sigma^* = \frac{\alpha(\varepsilon - 1)(\kappa + \mu)}{\lambda} \quad (6)$$

Teorema 2. El número reproductivo básico del sistema (véanse sistema de ecuaciones 1), está dado por: la ecuación 7:

$$R_0 = \sqrt{\frac{\lambda\sigma}{\alpha(1-\varepsilon)(\kappa + \mu)}} \quad (7)$$

Corolario 1. El punto de equilibrio libre de enfermedad E_1 es localmente asintóticamente estable (véase ecuación 8) si y sólo si

$$\frac{\lambda\sigma}{\alpha(1-\varepsilon)(\kappa + \mu)} < 1 \quad (8)$$

Resultados

Se realizó una estimación de los parámetros y estableciendo las condiciones iniciales del sistema (1) se tienen los siguientes resultados numéricos, los cuales fueron obtenidos mediante el empleo del software Mathematica.

Sin control biológico (véanse tabla 2a, tabla 2b, figura 1a y figura 1b).

Tabla 2a. Parámetros sin control biológico

Parámetro	Valor
N	3,388,769
μ	0.000098
σ	2
κ	1.42
α	3
β	1
λ	0.5
ε	0

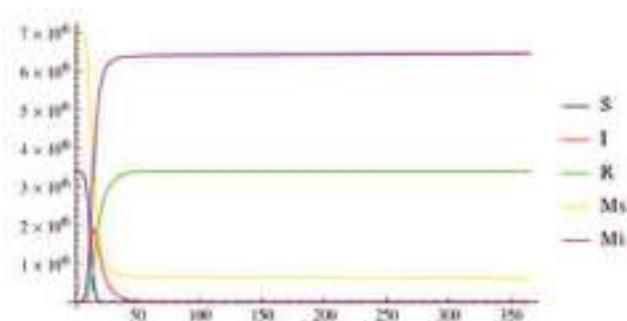


Figura 1a. Parámetros sin control biológico

Tabla 2b. Variables sin control biológico

Variable	Condición Inicial
S	3,388,758
I	10
R	0
M_s	7,051,756
M_i	1,000

Figura 2a. Parámetros con control biológico

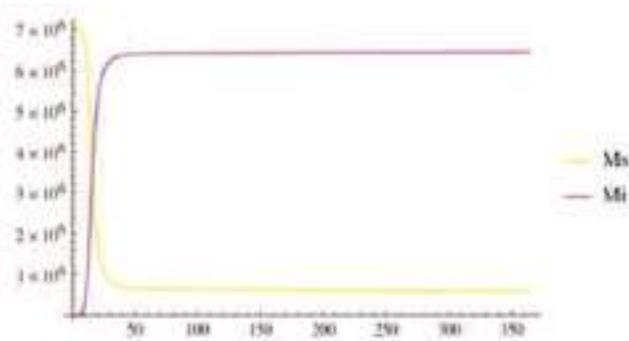
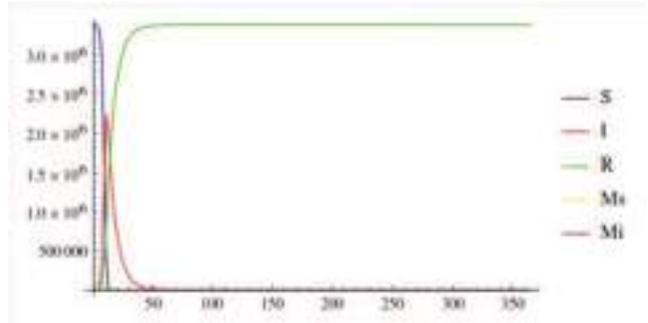


Figura 2b. Variables con control biológico

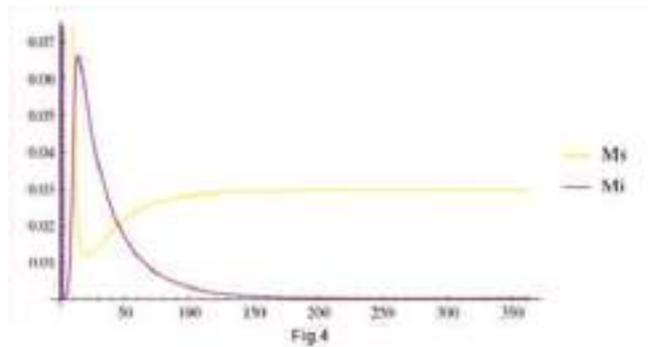


Figura 1b. Variables sin control biológico

Con control biológico (véanse tabla 3a, tabla 3b, figura 2a y figura 2b).

Con control biológico parcial (véanse tabla 4a, tabla 4b y figura 3a).

Tabla 3a. Parámetros con control biológico

Parámetro	Valor
N	3,388,769
μ	0.000098
σ	2
κ	1.42
α	3
β	1
λ	0.5
ε	0.99

Tabla 4a. Parámetros con control biológico parcial

Parámetro	Valor
N	3,388,769
m	0.000098
s	2
k	1.42
a	3
β	1

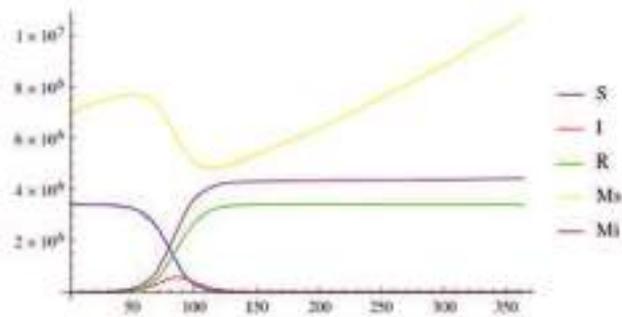
Tabla 3b. Variables con control biológico

Variable	Condición Inicial
S	3,388,758
I	10
R	0
M_s	7,051,756
M_i	1,000

Tabla 4b. Variables con control biológico

Variable	Condición Inicial
S	3,388,758
I	10
R	0
M_s	7,051,756
M_i	1,000

Figura 3a. Parámetros con control biológico parcial



Conclusiones

Después de analizar las gráficas sin control biológico y con control biológico podemos concluir que el control biológico mediante la introducción de vectores genéticamente modificados es una buena alternativa a los demás controles, además de no afectar otras especies como es el caso de los controles químicos. Faltaría hacer un estudio más minucioso sobre los valores de los parámetros para calibrar el modelo y poder decidir hasta que valor del parámetro de introducción del vector genéticamente modificado es factible el control.

Agradecimientos

Al Programa de Mejoramiento al Profesorado (PROMEP) por el apoyo al proyecto “Modelación Matemáticas de Procesos Epidemiológicos en el Estado de Guerrero”, UAGRO-PTC-029.

Referencias.

- Gaynes, R. (2011). Girolamo Fracastoro and Contagion in Renaissance Medicine. *Germ Theory*. Washington, DC. ASM Press, 45-61.
- Wallace, H. (2013). Mosquitos Genéticamente Modificados: Preocupaciones Actuales. Third World Network.
- Kermack, W. O. y McKendrick, A. G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of London Series A*. 115:700-721
- Esteva, L. (2002). Clásicos de la Biología Matemática: El Modelo de Kermack- McKendrick o cómo Predecir el Curso de una Epidemia, Siglo XXI Editores, 135-153.
- van den Driessche, P. y Watmough, J. (2002). Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmission. *Mathematical Biosciences*, 180, 29-48.



La evaluación según las creencias de profesores de matemáticas

Crisólogo Dolores Flores^{1*}

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Centro de Investigación en Matemática Educativa. Av. Lázaro Cárdenas s/n. C.U. Zona Sur. CP. 39087. Chilpancingo, Guerrero, México

**Autor de correspondencia*
cdolores2@gmail.com

Resumen

En este artículo se reportan los resultados de una investigación cuyo objetivo es explorar las creencias de profesores de matemáticas de bachillerato acerca de la evaluación. Para lograrlo se aplicó una entrevista a ocho profesores del bachillerato, donde se les preguntó acerca de: finalidades y objeto de la evaluación, conceptualización de competencias, implicaciones del enfoque por competencias y percepción de las necesidades de orientación y capacitación. Las creencias detectadas indican que: la finalidad de la evaluación es la medición de los conocimientos alcanzados; consideran como objeto de la evaluación al contenido o la medición; establecen escasa relación entre competencias y evaluación; creen que solo los conocimientos son componentes de la competencias; creen que con las competencias, la enseñanza y el aprendizaje de la matemática se mejorará; creen necesaria capacitación para aplicar el nuevo currículum y la evaluación por competencias.

Palabras clave: creencias sobre evaluación. profesores de bachillerato. Matemáticas. competencias

Abstract

This article reports results of a research that aims to explore the beliefs of high school mathematics teachers about evaluation. By means of interviews to eight teachers of high school, they were asked about: purpose and object of evaluation, conceptualization of competences, implications of the approach by competences and perception of needs for orientation and training. Beliefs detected indicate that: purpose of the evaluation is measurement of knowledge gained; teachers considering as objective of evaluation, the measure of content; teachers provided little relationship between competencies and evaluation; teachers believe that only knowledge is component of competence; teachers believe that through competences, teaching and learning of mathematics will be improved and they believe that training is necessary to implement the new curriculum and competency assessment

Keywords: : beliefs about evaluation. High School teachers. Mathematics, competences

Como citar el artículo:

Dolores Flores, C. (2016). La evaluación según las creencias de profesores de matemáticas. *Tlamati*, 7(2), 31-40.

Introducción

La evaluación se ha convertido actualmente en un tema de gran interés en el ámbito educativo mexicano y de muchos otros países. Por una parte, porque las evaluaciones han dado cuenta de la precariedad de los alcances en el aprendizaje de la matemática en México, y por el otro, porque la aplicación de evaluaciones sistemáticas (nacionales o internacionales) se han convertido en política educativa para la mejora de la calidad de la educación matemática. Desde 2008 en México se han hecho los más recientes esfuerzos por transformar la educación preuniversitaria y mejorar su calidad. Producto de ello ha sido la Reforma Integral de la Educación Media Superior (Secretaría de Educación Pública [SEP], Subsecretaría de Educación Media Superior [SEMS], 2008). Como parte de esta reforma se han marcado nuevos lineamientos sobre la evaluación (SEP, SEMS, Dirección General del Bachillerato [DGB], 2009), ahora se recomienda emplear la evaluación de competencias y se reconoce que esta requiere de procesos de evaluación alternativos como la *evaluación auténtica*. Esta se recomienda porque puede ayudar al aprendizaje en vez de solo ponderar resultados. Es de esperarse que estas indicaciones hayan cambiado las concepciones, creencias y prácticas de los profesores de matemáticas. Sin embargo, no hemos encontrado trabajos de investigación que den cuenta de tal situación. Por lo que asumimos la hipótesis de que poco han cambiado sus creencias acerca de la evaluación tradicional e incluso de sus prácticas. Por eso la pretensión explorarlas.

Esta investigación tiene como objetivo explorar las creencias que acerca de la evaluación poseen los profesores del bachillerato. Varios son los enfoques en los que se aborda el estudio de las creencias señalan Pérez, Mateos, Sheuer y Martín (2006). El enfoque Metacognitivo, estudia el conocimiento consciente y el control de procesos cognitivos. En el de la teoría de la mente se investiga el origen y formación de la concepción implícita de la mente y su funcionamiento. En el de creencias epistemológicas cuyo objetivo es analizar qué es el conocimiento y el conocer. En el de la fenomenografía, se analiza la manera personal en que se viven o interpretan explícitamente las experiencias de enseñanza y aprendizaje. El de las teorías implícitas, donde se analizan las concepciones implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza como estructuras representacionales consistentes y coherentes. La del perfil del docente y análisis de la práctica, en este se analiza la planificación y acción de enseñar, el pensamiento del profesor y de sus reflexiones sobre la propia práctica. Nuestro trabajo está cercano a estos dos últimos enfoques, toda vez que, por un lado investiga las creencias y por otro las prácticas de evaluación de los profesores. Se presume que las creencias de los profesores influyen o condicionan su práctica educativa, de ahí la importancia de conocerlas para su eventual transformación en un sentido benéfico para la educación matemática.

Antecedentes

La investigación acerca del pensamiento del profesor que incluye, a las creencias, se inició desde finales de la década de los 60's (Clark y Peterson, 1997), desde entonces varias investigaciones se han hecho con el objetivo comprender el pensamiento del profesor y su práctica docente. Jackson en 1968 introduce una nueva forma de estu-

diar los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero desde lo que sucede en el aula. Describe con detalle la tarea docente y de este modo llamó la atención a la comunidad de investigadores, acerca de la importancia de describir el pensamiento y la planificación del profesor, como medio para comprender mejor los procesos del aula (Jackson, 2001). Desde entonces varios investigadores han estudiado las creencias de los profesores asumiendo que orientan y determinan su práctica docente o que juegan un papel importante en la construcción del conocimiento innovador (Tuyub y Cantoral, 2012), sin embargo en otras investigaciones como: Clarke y Hollingsworth (2002); De Jong, Korthagen y Wubbels (1998); Mellado (2003); Meyer, Tabachnick, Hewson, Lemberger y Park (1999) y Porlán, Martín y Martín (2002) se concluye que se producen desfases e inconsistencias entre ambos factores.

Lo anterior significa que las creencias no son necesariamente congruentes con las prácticas. Por ello Peme-Aranega, De Longhi, Baquero, Mellado y Ruiz, (2006) señalan que una modificación en las concepciones y actitudes, no garantiza la transferencia al aula como conducta docente, si el profesor no dispone de conocimientos procedimentales y rutinas y esquemas prácticos de acción en el aula consistentes con sus creencias. Lloyd (2002), desde dos experiencias practicadas con profesores en un ámbito de desarrollo profesional, ya ilustra cómo los profesores de matemáticas pueden cambiar sus creencias sobre la base de experiencias con materiales curriculares innovadores.

En la mayoría de las investigaciones se estudian a las creencias en un sentido general, más reducido es aún el número de trabajos que estudian las creencias de la evaluación en profesores de matemáticas. Giménez, Rico, Gil, Fernández, Castro, Del Olmo, Moreno y Segovia (1997) al estudiar las creencias de los profesores sobre la evaluación encontraron ocho categorías que establecen el perfil básico de ideas predominantes: se evalúa para controlar, los evaluadores deben ser internos al aula, hay que utilizar instrumentos usuales para evaluar, en matemáticas es prioritario evaluar el conocimiento, en matemáticas es prioritario evaluar las capacidades, las dificultades de la evaluación son debidas al evaluado, el criterio clave para evaluar el libro de matemáticas es el contenido, el profesor se valora por su profesionalidad.

En un trabajo más amplio, Gil, Rico y Fernández (2002) investigan las concepciones y creencias de los profesores sobre la evaluación en matemáticas. Encontraron que en una cantidad significativa de profesores mantiene una preocupación prioritaria por los alumnos y los contenidos curriculares como sujetos de evaluación, sin embargo no destaca en sus concepciones la valoración de los conocimientos de los alumnos. Entienden que las finalidades prioritarias de la evaluación son tomar decisiones y controlar el proceso, pero sin que ello sea determinante. Sostienen la creencia que las actitudes y la conducta de los alumnos y el trabajo de los profesores no son un criterio importante para su evaluación, en especial en matemáticas. Por otra parte Celso y Carolino (2010) al estudiar las opiniones y creencias de los profesores de matemáticas acerca de la competencia lectora, encontraron que la asocian con experiencias en la educación básica, con la experiencia profesional con textos de periódicos y revistas, al trabajar con textos la dificultad surge en el estudiante en la

lectura de comprensión. Por eso proponen, en la formación inicial y continua de profesores de matemáticas, la introducción urgente de estudios sobre la lectura y producción de textos como la posibilidad de viabilizar las prácticas de lectura y escritura en sus clases. En particular sugieren la posibilidad de acercarse a la resolución de problemas propuestos por Polya para desarrollar las habilidades lectoras en los estudiantes.

Los lineamientos actuales establecidos por el Sistema Educativo Nacional Mexicano [SENM] indican cambios sustanciales en las formas de concebir y hacer evaluación en todos los niveles educativos. La enseñanza de la matemática por supuesto no escapa a estos lineamientos. En el Plan de Estudios 2011 de Educación Básica (SEP, 2011) se propone como uno de los principios pedagógicos: *Evaluar para aprender*. Desde este enfoque se sugiere obtener evidencias, elaborar juicios y brindar retroalimentación a los alumnos a lo largo de su formación, ya que la que reciban sobre su aprendizaje les permitirá participar en el mejoramiento de su desempeño y ampliar sus posibilidades de aprendizaje. Lineamientos similares se están proponiendo para el bachillerato desde hace cuatro años en que se están implementando las reformas. Es de esperarse entonces que las creencias y concepciones acerca de la evaluación de los profesores hayan sufrido algún cambio. Sin embargo las evidencias obtenidas en este trabajo parecen no confirmar esta hipótesis.

Planteamiento del problema y el objetivo

Desde 2008, se ha venido implementando la Reforma Integral de la Educación Media Superior en México (SEP, SEMS, 2008). Son varias las razones que se aducen han motivado tal reforma: la mejora de la calidad, la cobertura, la equidad, responder a las exigencias del mundo actual y la atención a las características propias de la población adolescente. Inserto en esta reforma se han planteado seis nuevos lineamientos para la evaluación en ese nivel educativo según se indica en el documento SEP, SEMS, DGB (2009): 1. El objeto de evaluación en el bachillerato general son las competencias en su conjunto y sus componentes de manera integral. 2. La función de la evaluación es formativa y es parte integral de la enseñanza y del aprendizaje. 3. La evaluación de competencias se desarrolla a través de actividades significativas. 4. La evaluación debe proporcionar información sobre el desempeño de los estudiantes mediante estrategias de evaluación auténtica, mediante ésta se promueve el uso y diseño de herramientas para la evaluación que den cuenta del proceso de aprendizaje de los estudiantes o que recaben evidencias sobre algún desempeño mostrado. Entre las herramientas para evaluar competencias se encuentran principalmente los portafolios y las rúbricas. 5. El proceso de evaluación debe promover constantemente la evaluación, coevaluación y la autoevaluación.

Sin embargo varias investigaciones revelan que las reformas en educación no influyen en las prácticas de aula como se prevé (Abadiano y Turner, 2003; Kannapel, Aagaard, Coe y Reeves, 2001; Von Driel, Beijgaard y Verloop, 2001). A pesar de que las reformas actuales pretenden cambiar las formas de evaluación, presuimos que existen barreras que influyen en la modificación de la práctica docente. Un obstáculo potencial podría ser la falta de coherencia entre lo que los profesores creen acerca de las

propuestas de reforma y lo que hacen en las aulas. Incluso las propias creencias culturales dominantes acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas siguen siendo obstáculos para la aplicación coherente de la enseñanza y el aprendizaje efectivo en los salones de clase, afirman Handal (2003) y Philipp (2007). Otros factores que intervienen en el proceso son las presiones de pruebas externas, la falta de apoyo y conocimiento profesional, estos puede tener un efecto en las prácticas de evaluación de los maestros. Pero hasta ahora, no existen estudios llevados a cabo para investigar esta dinámica entre creencias y acciones, en específico las relacionadas con la evaluación del aprendizaje en matemáticas. ¿Cuáles son esas creencias acerca de la evaluación del aprendizaje de los profesores de matemáticas del bachillerato en el actual contexto de las reformas? Esta es la pregunta central que en este artículo nos proponemos contestar.

Elementos teóricos

Este trabajo se fundamenta en dos elementos teóricos esenciales: las creencias y la evaluación. La definición de creencia está asociada con la idea de aceptación, de conformidad o de un conocimiento verdadero. Según Vila y Callejo (2005) las creencias son formas de conocimiento personal y subjetivo, que está más profunda y fuertemente arraigado que una opinión; se construyen a través de experiencias, informaciones, percepciones, etc. y de ellas se desprenden unas prácticas. Por su parte Villoro (2009) plantea que creencia es un estado disposicional adquirido, que causa un conjunto coherente de respuestas y que está determinado por un objeto o situación objetiva apreñados, aunque advierte que creer no implica necesariamente actuar como se cree. Pozo (2000) considera a las creencias como verdaderas teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza, profundamente enraizadas, no sólo en la cultura escolar dominante y en las actividades de enseñanza cotidianas, en la organización de las aulas, en la evaluación etc., sino también en la propia estructura cognitiva de profesores y alumnos. En estas acepciones a las creencias se les considera como formas de conocimiento, como conocimiento subjetivo, como ideas de aceptación o conformidad con algo, como un estado disposicional adquirido e incluso como una teoría implícita acerca de algo para distinguirla de las ideas aisladas. En el sentido aquí resumido es como se asume a las creencias en este documento.

Por otra parte existen tantas definiciones de evaluación como paradigmas en la psicología educativa. Sin embargo, desde principios del presente siglo, varios investigadores como Coll (1990, 1996), Díaz-Barriga y Hernández (2002) coinciden en afirmar que en el constructivismo confluyen principalmente tres paradigmas de la psicología educativa: el cognoscitividad, la psicogenética y la sociocultural. Sobre la base de esta premisa la construcción del conocimiento es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así, aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental por medio de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

Tabla 1. Estructura y preguntas contenidas en la entrevista

1.1 Finalidades, objeto, objetivo, participantes, instrumentos y actividades de la evaluación	1.2 Concepto de competencia y su relación con los saberes fundamentales.	1.3 Implicaciones del enfoque por competencias para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática	1.4 Percepción de las necesidades de orientación y capacitación ante la implementación del nuevo currículo.
P1 ¿Qué es para usted la evaluación? P2 ¿Cuál cree que es el objeto de la evaluación? P3 ¿Cuál cree que es el objetivo de la evaluación?	P1 ¿Qué son para usted las competencias?	P1 ¿Cree que el enfoque por competencias es el adecuado para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática?	P1 ¿Fue capacitado para aplicar el nuevo curriculum de matemáticas del bachillerato?
P4 ¿Quiénes cree que deben participar en la evaluación?	P2 ¿Cómo cree que deben evaluarse las competencias?	P2 ¿Qué implicaciones tendrá el enfoque por competencias para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática?	P2 ¿Fue capacitado para evaluar el aprendizaje de la matemática sobre la base de las competencias?
P5 ¿Qué instrumentos cree debieran utilizarse para la evaluación? P6 ¿Qué tipo de actividades cree deben utilizarse para la evaluación? P7 ¿Qué cree usted que es una actividad significativa? P8 ¿Qué es la evaluación auténtica?	P3 ¿Qué competencias cree usted se deben evaluar en matemáticas?	P3 ¿Con el enfoque de competencias cree que los estudiantes llegarán mejor preparados a la universidad o en su caso mejor capacitados si deciden incorporarse al campo laboral?	P3 ¿Cree necesaria la orientación y capacitación para aplicar el nuevo curriculum y la consiguiente evaluación por competencias?

La mayoría de las definiciones actuales coinciden en reconocer, como procesos básicos de la evaluación a: la recogida de información, la formulación de juicios valorativos y la toma de decisiones, por tanto se refiere a enjuiciar sistemáticamente el mérito y/o apreciación de las competencias adquiridas por los estudiantes (Gimeno y Pérez, 1999). La evaluación que se sugiere utilizar hoy día en el SENM tiene orientación constructivista y uno de sus conceptos esenciales es el de *evaluación auténtica* (SEP, SEMS, DGB, 2009). Esta se caracteriza, porque se realiza a través de actividades significativas, exige a los alumnos el empleo de sus conocimientos previos y el aprendizaje reciente en conjunción con estrategias y habilidades, que los conduzca al desarrollo de actividades significativas con cierto grado de complejidad, de pertinencia y trascendencia personal y social. Actividades significativas son lo más parecido a las que se presentan en las comunidades de práctica reales; son pertinentes, con trascendencia personal y social, que poseen cierto grado de complejidad (SEP, SEMS, DGB, 2013). Según Ahumada (2005) mediante la *evaluación auténtica* se obtiene información importante y relevante acerca del desarrollo de conocimientos y habilidades durante el proceso de enseñanza, por eso se centra en procesos más que en resultados. Es este el sentido en que se asumirá la evaluación en este trabajo.

Método

Este trabajo es de corte cualitativo. En particular es exploratorio y descriptivo en el sentido indicado por Her-

nández, Fernández y Baptista (2006, pp. 100-102), exploratoria porque se pretende indagar acerca de un tema poco explorado en México. Descriptivo, porque pretende aportar una especie de diagnóstico, a través del cual se caracterice lo esencial de las creencias de los profesores de matemáticas, acerca de la evaluación. Para la realización de la exploración se utilizó la técnica de la entrevista en el sentido indicado por Ruiz (2011) que la define como un técnica para obtener información, mediante una conversación profesional con una o varias personas para un estudio analítico de investigación o para contribuir en los diagnósticos o tratamiento sociales.

La entrevista se elaboró sobre la base de la metodología inicialmente ideada por el Grupo de Investigación en Interacción e Influencia Educativa [GRINTIE], en particular la relativa al *enfoque evaluativo docente*. Este designa el conjunto de concepciones, ideas, creencias y pensamientos del profesor sobre la naturaleza y funciones de la evaluación, el proceso de enseñanza y aprendizaje en general y su relación con la evaluación, y el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las competencias. Este enfoque es parte del pensamiento pedagógico del profesor. La entrevista se estructuró en cuatro grupos: 1) Finalidades, objeto, participantes, instrumentos, momentos y consecuencias del proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación. 2) Conceptualización de competencias y su relación con los saberes o contenidos fundamentales. 3) Implicaciones del enfoque por competencias para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de los aprendiza-

jes en el bachillerato. 4) Percepción de necesidades de orientación y capacitación ante la implementación del nuevo currículo.

Los entrevistados

La entrevista fue aplicada a ocho profesores de matemáticas, que laboran en dos instituciones de Nivel Medio Superior del centro del Estado de Guerrero, en México. Los profesores tienen una antigüedad promedio de 20 años ejerciendo la docencia de la matemática, por lo que su experiencia es bastante considerable. Cinco de los entrevistados tienen formación universitaria en Ingeniería Civil, dos en Contaduría Pública y uno es profesor de carrera egresado de una Escuela Normal Superior. Dos de los profesores participantes ya fueron certificados a través del Programa de Formación Docente de Educación Media Superior [PROFORDEMS] que se inscribe en el Programa Sectorial de Educación 2007-2012 y en la Reforma Integral de la Educación Media Superior [RIEMS]. Este programa fue creado con el fin de impulsar la titulación de profesores de bachillerato y coadyuvar a su formación académica a través del Diplomado: Competencias Docentes en el Nivel Medio Superior, mismo que está dirigido a docentes de Educación Media Superior (bachillerato) de instituciones públicas y privadas.

Discusión

Naturaleza, objeto, objetivo, participantes.

Se presenta un resumen de estas preguntas en la tabla 1.

P1. ¿Qué es para usted la evaluación? Las respuestas de los profesores entrevistados indican que la evaluación es considerada preponderantemente como medición. Veamos sus respuestas: “número de conocimientos adquiridos”, “una medición de conocimientos dados y adquiridos”, “medida de los conocimientos respecto del plan”, “forma o medida del alumno para ver si se ha superado, está igual o ha mejorado”, “aprendizaje que el alumno logra alcanzar durante el curso”, “es el grado de aprendizaje que el alumno tiene”, “verificación del nivel de conocimientos, habilidades y actitudes que tiene el alumno”, “es medir habilidades, aplicaciones y actitudes”. Fueron frecuentes la expresiones externadas en donde se indica que es un proceso continuo que se da en la escuela, hay quien cree que la evaluación son los rasgos utilizados tradicionalmente para evaluar: “es asistencia, participación, tareas, trabajos y examen”. En las creencias externadas, se manifiesta a la evaluación como la medición de lo alcanzado respecto de lo planeado, se centra solo en los logros. Hoy día la evaluación se concibe de una manera más integral, en donde se integre: el objeto de la evaluación o sea qué se evalúa; el propósito de la evaluación o sea para qué se evalúa; el contexto en donde se realiza, es decir en dónde y en qué circunstancias; los instrumentos para recopilar la información (con qué se evalúa) y el proceso de acopio, sistematización y análisis de la información (cómo se evalúa). Las creencias de los profesores tienden a centrarse en aspectos aislados como: la medición, los rasgos, los alcances en el conocimiento o del aprendizaje de los alumnos.

P2 ¿Cuál cree que es el objeto de la evaluación? La

delimitación del objeto de la evaluación es esencial ya que, por un lado su identificación permite centrar las actividades de evaluación en tal objeto y por el otro, posibilita la orientación de los procesos de evaluación hacia ese objeto. De esta manera, como lo señala Isaac y Michael (1981), se brindan los elementos para reconocer el grado o nivel del objeto evaluado, de hecho el término evaluación se asocia con cuán efectivo o inefectivo, cuán adecuado o inadecuado, cuán bueno o malo, cuán valioso o invaluable, y cuán apropiada o inapropiada es una acción, proceso o producto en términos de las percepciones de la persona que hace uso de la información que proporciona un evaluador. Al preguntar sobre el objeto de la evaluación varios profesores manifestaron su extrañeza, incluso dos nada dijeron al respecto. Según sus respuestas el objeto de la evaluación es asociado con los contenidos o el plan: “el orden de los temas”, “el plan de estudios”. Es asociado con la acción misma de valorar: “valorar el proceso de enseñanza aprendizaje”. Incluso hay quien insiste en asociar al objeto de la evaluación con la medición del aprendizaje, expresando: “el grado de aprendizaje de los alumnos sobre el manejo que tiene de los conceptos, procedimientos y procesos”. Hay quien cree que el objeto del aprendizaje es el alumno y otro menciona que el objeto es el “compromiso del maestro para evaluar”. Según los Lineamientos de Evaluación para el Bachillerato (SEP, 2009) el objeto de la evaluación son las competencias, sin embargo ninguno de los profesores hizo referencia al tal concepto.

P3 ¿Cuál cree que es el objetivo de la evaluación? Hoy día en la evaluación auténtica se plantea que el objetivo de la evaluación consiste en la obtención de información sobre el nivel de desempeño de las competencias con el fin de tomar decisiones para mejorar tales desempeños. En las respuestas externadas por los profesores se asocia a la medición de los conocimientos con el objetivo de la evaluación, se privilegia la evaluación como resultado y no se hace mención del papel que puede jugar la valoración de los resultados en la mejora del aprendizaje de la matemática. Esto se percibe en las siguientes respuestas: “es ver qué tanto asimiló”, “es que el alumno realmente llegue al conocimiento”, “la medición”, “observar el avance gradual del alumno en el conocimiento”. Dos profesores creen que el objetivo son las competencias expresadas a través de sus componentes (o bien las competencias de manera explícita) aunque uno de ellos agrega el perfil de egreso: “que el alumno demuestre sus conocimientos, habilidades y actitudes”, “el perfil de egreso, las competencias”. Uno de los profesores cree que el objetivo es “asegurarse de que el estudiante haya obtenido cierto aprendizaje”.

P4 ¿Quiénes cree que deben participar en la evaluación? Los profesores entrevistados consideran que principalmente el profesor y en menor grado los estudiantes. Aunque tres profesores consideran participaciones más amplias: “el alumno, el maestro y otros maestros”, “el alumno, el docente y todo el personal de la institución”, “todos los trabajadores del plantel, principalmente el alumno y el profesor”. Hoy día se recomienda en los lineamientos de evaluación realizar: evaluación, autoevaluación y la coevaluación. Procesos en los que tiene participación no solo el profesor, sino de manera importante el estudiante para sí mismo y entre sus compañeros. En este sentido Ahumada (2005, p. 41) enfatiza el papel del propio estudiante, planteando que la *evaluación auténtica* está intere-

sada en que sea el alumno quien asuma la responsabilidad de su propio aprendizaje, y por ende, que utilice la evaluación como medio que le permita alcanzar los conocimientos propuestos en las diversas disciplinas de su educación formal.

P5 ¿Qué instrumentos debieran utilizarse en la evaluación? La mayoría de los entrevistados dice que son los exámenes o pruebas escritas, algunos agregan los ejercicios, banco de ejercicios o los cuestionarios. Un profesor mencionó la rúbrica como instrumento de evaluación. En el campo de la investigación la evaluación basada en pruebas o en los exámenes ha sido cuestionada porque solo se centra en la medición de los resultados, sin embargo en el nivel universitario, Jarero, Aparicio y Sosa (2013) también encontraron concepciones y prácticas en donde la prueba escrita es la principal estrategia utilizada por profesores de Álgebra Superior para valorar el aprendizaje. Actualmente se recomiendan otros instrumentos que permiten la recolección de la información que, a su vez, permitan dar seguimiento a los niveles de desempeño de los estudiantes. Estos son las rúbricas, las tablas de cotejo o los portafolios. Sin embargo casi no hay alusión a estos instrumentos en las respuestas de los profesores.

P6 ¿Qué tipo de actividades deben utilizarse para la evaluación? Según los profesores, son: la resolución de ejercicios y problemas matemáticos, tareas, investigaciones, participaciones, trabajo en equipo, ejercicios personalizados y exposiciones. En la *evaluación auténtica* recomendada actualmente se sugiere plantear en la enseñanza actividades significativas que promuevan por un lado aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades y por otro, que también sirvan como medios para valorar el desarrollo de las competencias matemáticas. Empero en las respuestas de los profesores no se hace alusión a este tipo de actividades.

P7 ¿Qué cree usted que es una actividad significativa? Las actividades significativas son situaciones y problemas lo más parecido posible a los que se presentan en las comunidades de práctica reales (SEP, 2009). La enseñanza y aprendizaje de la matemática en la actualidad, sobre todo la mostrada en los textos, tiene una fuerte tendencia hacia su utilización práctica en la vida cotidiana o en contextos cercanos a la realidad, por lo que el planteo de actividades significativas es esencial en la evaluación. Sin embargo las creencias de los profesores las asocian con los intereses de los alumnos o las que llaman su atención: “es plantear situaciones cercanas a los intereses de los alumnos”, “es aquella que le llame la atención”. Aunque tres profesores externaron creencias en las que se nota la relación entre éstas y la aplicación de los conocimientos: “en la que es capaz de aplicar el conocimiento adquirido”, “es en la que ve la necesidad de resolver un problema real”, “es lograr conocimientos concretos en el alumno”. Uno de los profesores entrevistados las asocia con la relevancia o con el valor: “algo que tengan más relevancia, que signifique más, que represente mayor valor”.

P8 ¿Qué cree usted es evaluación auténtica? Ahumada (2005) plantea que la *evaluación auténtica* se centra fundamentalmente en procesos más que en resultados, interesada en que sea el alumno quien asuma la responsabilidad de su propio aprendizaje y, por ende, utilice la evaluación como un medio que le permita alcanzar los conocimientos pro-

puestos. Este concepto hace en énfasis en la utilización de la evaluación para propiciar el aprendizaje en vez de sólo medir sus logros, de ahí se han acuñado los términos: evaluación *para* el aprendizaje y evaluación *del* aprendizaje, en donde la primera frase caracteriza muy bien a la evaluación auténtica. A este respecto cuatro de los profesores entrevistados manifestaron no tener conocimiento acerca de este concepto. Uno de los profesores la considera como la evaluación real: “Es una evaluación más objetiva y real”. Hay quien la concibe como la evaluación de las competencias y sus elementos esenciales: “La evaluación de conocimientos, habilidades y actitudes”. Hay quien dice que consiste “en cómo el evaluar aprendizaje significativo” y en otro caso se considera como “medición”.

Concepto de competencia y su relación con los saberes o contenidos fundamentales.

P1 ¿Qué son para usted las competencias? En las respuestas, las competencias son asociadas con aquellas que son posibles de ser transferidas: “son eso que se enseña sea transferible”. Hay quien las relaciona con los pilares sobre los cuales se basa la educación actual según Delors (1996, p. 91-103) “...es aprender a aprender, aprender hacer y aprender a ser”. En algunas respuestas se les concibe en función de sus componentes: “involucran usos cognitivos, ponen en juego conocimientos, desarrollan habilidades y obligan a mostrar actitudes”, “son las habilidades, actitudes y valores que el estudiante debe adquirir durante su formación”, “una persona es competente si tiene el grado de conocimiento, habilidades y actitudes en lo que se requiere”. Hay quien privilegia a los conocimientos como condición para realizar alguna actividad: “son el grado de conocimientos que el alumno debe tener para poder desarrollar alguna actividad”, incluso se piensa que las competencias son los mismos conocimientos de antes solo que ahora se le agregan otras cosas: “son los mismos conocimientos de antes solo que en este nuevo enfoque se le agregan las actitudes y valores”, en esta concepción también se percibe a la competencia como una conjunción artificial de conocimientos, actitudes y valores.

También se externaron concepciones en las que se asocia con el mismo término competencia: “viene siendo cómo el alumno tiene que ser competitivo para cualquier tema”, “es algo donde el maestro debe estar preparado para enseñanza al alumno en cualquier tipo de actividades, competencia viene de competir”. Finalmente otras creencias exteriorizadas asocian a las competencias con la evaluación, con las motivaciones o con las formas de avanzar en el conocimiento: “es la evaluación”, “son aquellas que motivan al alumno a explorar”, “competencias para avanzar de manera gradual”. Las competencias son el objeto central de la evaluación, por lo que la claridad sobre lo que es y significa pueda ayudar a la mejora de las prácticas evaluativas. Si bien es cierto que las competencias se ronen por medio de sus componentes (conocimientos, habilidades y valores) estos no son aislados, forman una unidad. Podría decirse que las competencias son el *poder hacer* con el *saber* en determinadas situaciones y circunstancias. El *saber* caracteriza a los conocimientos, a la información con la que se cuenta y el *poder hacer* caracteriza a las habilidades, éstas son el conocimiento en uso.

P2 ¿Cómo cree que deben evaluarse las competencias?

De acuerdo con lo exteriorizado por los profesores las competencias deben evaluarse con lo que hacen los estudiantes, mediante lo que utilizan o mediante el desarrollo del aprendizaje significativo: “Hacer cosas con eso que aprendió”, “El desarrollo del aprendizaje significativo, es el que realmente llega analizar el alumno y sabe dónde lo va a utilizar”. Hay quienes plantean que la evaluación de las competencias debiera hacerse centrando la atención en los conocimientos: “conocimientos previos del alumno”, “todo tipo de conocimientos”. Se externó una creencia que indica que estas evaluaciones deberían atender a: “los conocimientos, actitudes y valores”, o bien “el desempeño de un alumno durante todo un curso”. Uno de los profesores consideró que se evalúa mediante uno de los valores: “la responsabilidad”. Otro profesor manifestó no saber cómo evaluarlas.

P3 ¿Qué competencias cree usted se deben evaluar en matemáticas? Seis profesores dijeron “tener idea” pero nada dijeron al respecto, dos profesores dijeron que esas competencias son: “resolver problemas e interpretar tablas y gráficas”, “desarrollo de problemas, manejo de cálculo de algunos teoremas”. De acuerdo con la SEP (2008) y los programas de matemáticas del bachillerato (SEP, 2013) en este nivel se deben desarrollar las siguientes competencias disciplinares: Construye e interpreta modelos matemáticos, para la comprensión y análisis de situaciones reales, hipotéticas o formales; Formula y resuelve problemas matemáticos; Explica e interpreta los resultados obtenidos; Argumenta la solución obtenida de un problema; Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural; Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente, las magnitudes del espacio; Interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos. Empero escasas alusiones hicieron los profesores respecto de estas competencias, inclusive la mayoría manifestó desconocimiento acerca de ellas.

Implicaciones del enfoque por competencias para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática

P1. ¿Cree que el enfoque por competencias es el adecuado para evaluar el aprendizaje de la matemática? La mitad de los profesores contestaron que sí lo es, la otra mitad manifiesta sus reservas e incluso plantean condicionantes. Los argumentos esgrimidos nos amplían más sus creencias acerca de las competencias. Se argumenta que dan más oportunidad de participar a los estudiantes o porque es un enfoque actual: “Sí, porque antes los maestros no le daban participación a los alumnos y ahora el alumno tiene más libertad de participar”, “Yo creo que sí es importante en la actualidad”, “Sí porque como ellos llevan una carrera técnica, entonces ya van enfocados al trabajo y además les sirve el bachillerato porque cuando su profesión lo van a enfocar de acuerdo a lo que están estudiando”.

Cuatro profesores manifestaron sus reservas acerca de las competencias: “Sí, siempre y cuando se aplique de manera correcta, destacando que todos los enfoques que ha habido tiene sus ventajas y desventajas”, “Considero que un poco, sin embargo habría que esperar más tiempo para ver si arroja buenos resultados y con ello hacer una comparación y decidir si es el adecuado”, “No estoy muy conven-

ido porque cuando el alumno va a trabajar no aplica tanto las matemáticas, hay actividades que sí encajan y otras que no”, “Pues creo que sí, siempre y cuando partamos de una base sólida, el alumno debe traer las bases ya dominadas”. En estas dos últimas concepciones se nota cierto escepticismo, en primer lugar indican que los estudiantes en el trabajo “no aplican tanto la matemática”, queriendo decir que la matemática que se enseña no es aplicable en todas las actividades laborales; en la última de las concepciones enlistadas se nota el énfasis en la condicionante previa que debe traer el estudiante: el conocimiento previo, las bases previas.

P2 ¿Qué implicaciones tendrá el enfoque por competencias para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática? “Con las competencias, la enseñanza y el aprendizaje de la matemática se mejorará” dice un profesor. Dos profesores señalan que con las competencias los estudiantes relacionarán las matemáticas con la vida cotidiana o con la práctica: “el alumno adquirirá varias habilidades para la vida cotidiana, ya que antes resolvía problemas abstractos que le bajaban la moral”, “tendría un enfoque global, que le permita alumno visualizar lo que es la matemática de manera práctica”. Con las competencias el estudiante tendrá una formación integral manifiesta otro de los profesores. Dos de los profesores simplemente dijeron que “sí” pero no dieron argumentos. Uno de los profesores entrevistados dijo que no tendría ninguna implicación.

P3 ¿Con el enfoque de competencias cree que los estudiantes llegarán mejor preparados a la universidad o en su caso mejor capacitados si deciden incorporarse al campo laboral? En casi todas las respuestas dadas indican que sí, aunque alguien expresó un argumento contradictorio: “Sí, porque se aprende más matemáticas cuando el objetivo no es aprender matemáticas”. En dos de los demás argumentos se plantea que esa mejoría está asociada a la relación que las competencias tienen con el campo laboral: “sí porque están diseñadas para su aplicación en el campo laboral”, “va más involucrado para el campo laboral, los quieren preparar para las empresas”. Uno de los profesores manifiesta que sí pero con una condicionante: “solo si hay bases sólidas porque de eso depende que haya un desarrollo”. Uno de los entrevistados manifestó su escepticismo: “sí, de manera parcial, pero aún es muy temprano para decir que es lo ideal”.

Percepción de las necesidades de orientación y capacitación ante la implementación del nuevo currículo.

P1 ¿Fue capacitado para aplicar el nuevo currículum de matemáticas del bachillerato? Cinco profesores manifestaron haber tomado el curso de Competencias Docentes (del PROFORDEMS) y dos de ellos afirmaron contar ya la certificación en competencias docentes, eso significa haber presentado y aprobado las evaluaciones que exige ese programa. Sin embargo observaron las deficiencias de los instructores: “sí, pero las primeras capacitaciones fueron muy deficientes debido a que ni los mismos instructores estaban bien capacitados, posteriormente asistí a cursos por mi propia iniciativa”.

P2 ¿Fue capacitado para evaluar el aprendizaje de la matemática sobre la base de las competencias? Todos los profesores manifestaron que no fueron capacitados para ese fin. Los cursos que tomaron del PROFORDEMS han

sido con orientaciones generales pero no específicas para evaluar el aprendizaje de la matemática. Dos de los profesores entrevistados dijeron que a pesar de no haber recibido capacitación por parte de las instancias educativas ellos la buscaron por su propia cuenta.

P3 ¿Cree necesaria la orientación y capacitación para aplicar el nuevo currículum y la consiguiente evaluación por competencias? Todos los profesores entrevistados manifestaron que es necesaria y urgente la capacitación. Incluso dieron más elementos: “Súper urgente, porque si no se capacitan a los profesores corren el riesgo de que sean rebasados por sus estudiantes”, “Sí, porque siempre se cambian los modelos y realmente no se capacita al personal que lo va a impartir y por lo cual no se avanza”, “Si es necesaria y debe ser continua, no solo una vez cada año, sin embargo a veces no se lleva a cabo por el tiempo y la cuestión económica”, “Si porque uno desconoce y deberían actualizar a todos y porque se necesita tener el conocimiento de que trata”, “Si es necesario porque debemos de conocer lo que estamos manejando”

Conclusiones

En las creencias detectadas predomina la idea de la evaluación como medición centrada en logros. No se detectaron creencias consistentes con las indicaciones oficiales, que plantean a la evaluación como medio para obtener evidencias, elaborar juicios y brindar retroalimentación a los alumnos, incluso se manifestó desconocimiento de la *evaluación auténtica* y de sus rasgos esenciales. El *objeto* de la evaluación es asociado con los contenidos, con la acción de evaluar, con la medición del aprendizaje o de plano es desconocido. Actualmente, se ha trascendido de la evaluación de resultados a la evaluación integral sintetizada en las competencias como objeto central de la evaluación, sin embargo en las creencias detectadas esto no parece haber permeado. El *objetivo* de la evaluación según los profesores es la medición de conocimientos alcanzados; dos profesores creen que el objetivo son las competencias o el perfil de egreso, hay quien cree que es asegurarse de que el estudiante haya obtenido cierto aprendizaje. Quienes deben participar en la evaluación son principalmente los profesores y en menor grado los estudiantes; que los exámenes, cuestionarios y ejercicios, son los principales *instrumentos de evaluación*; que la resolución de ejercicios y problemas, las tareas, exposiciones e investigaciones son las principales *actividades de evaluación*. En las creencias detectadas no figuran las *actividades significativas* como actividades de evaluación a pesar de las indicaciones oficiales, sin embargo, cuando se le pregunta acerca de su caracterización, tres profesores las asocian con la aplicación de conocimientos a problemas reales.

Respecto de las *competencias*, tres profesores tienen creencias cercanas a las concepciones en donde se integran conocimientos, habilidades y actitudes como las características que las definen. Sin embargo, en la mayoría escasamente establecen relaciones explícitas entre éstas y la evaluación. Hay quien piensa que “son los mismos conocimientos de antes, solo se le agregan actitudes y valores”. En otras creencias se les considera como que el estudiante tiene que ser competitivo, con las posibilidades de transferencia o con las formas de avanzar en el conocimiento. En cuanto a *cómo deben evaluarse las competencias* los profesores creen que mediante lo que hacen o utilizan los estu-

diantes o bien mediante el desarrollo de aprendizajes significativos. En dos respuestas se manifiesta que deben evaluarse centrando la atención en los conocimientos, aunque hay quien manifestó que deben evaluarse mediante conocimientos, actitudes y valores. En cuanto a las *competencias que deben evaluarse en matemáticas*, seis profesores manifestaron desconocimiento, dos dijeron que “son la resolución de problemas”, “interpretar tablas y gráficas”, “manejo de cálculo de algunos teoremas”.

Acerca de las *implicaciones* las creencias externadas indican que: con las competencias la enseñanza y el aprendizaje de la matemática se mejorará, con las competencias los estudiantes relacionarán la matemática con la vida cotidiana o con la práctica, con las competencias el estudiante tendrá una formación integral. Solo un profesor dijo que no tendría ninguna implicación. Con el enfoque de competencias, casi todos los profesores creen que los estudiantes llegarán mejor preparados a la universidad o mejor capacitados si deciden incorporarse al campo laboral. Uno de los entrevistados manifestó su escepticismo diciendo que aún es muy temprano para afirmar si es lo ideal. En cuanto a la *capacitación*, cinco profesores dijeron haber tomado el curso de competencias docentes y dos de ellos afirmaron contar ya con la certificación en tal curso, sin embargo también todos manifestaron que no fueron capacitados para evaluar por competencias. Por lo que consideraron que es necesaria y urgente tal capacitación.

Consideraciones finales

Las creencias detectadas son consistentes con la evaluación tradicional. Las indicaciones actuales tendientes a la utilización de la *evaluación auténtica* o *para el aprendizaje* no forman parte de las creencias de los profesores. Siguen creyendo en una evaluación *del* aprendizaje. Si bien es cierto que este trabajo da cuenta de las creencias en profesores de dos instituciones, da a pie a la suposición de que similares creencias pueden prevalecer en el resto de los profesores. Pero sobre todo que estas creencias pueden estar incidiendo en la práctica de la educación matemática preuniversitaria, y que a su vez, pueden constituir las causas de los bajos resultados que los estudiantes obtienen en las pruebas nacionales e internacionales.

Esta situación requiere, por un lado de la realización de investigaciones que profundicen sobre esta problemática y por otro, que también en el plano de la investigación se pueda incidir sobre el cambio de las concepciones sobre la base de intervenciones y capacitaciones que posibiliten la utilización de una evaluación *para* el aprendizaje. Los profesores pueden ser convencidos de las bondades de las nuevas formas de evaluación, si le resultan efectivas en su práctica. Aunque hay que reconocer que el problema no se centra solo en la evaluación, sino en el proceso integral de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. Un cambio de concepciones y prácticas acerca del proceso integral incidiría sobre la particularidad del primero, para eso se requiere de considerar el proceso como un sistema (Pérez, 2006) y no como un proceso desarticulado. Por tanto si se quiere mejorar la evaluación hay que mejorar al proceso integral.

Para la mejora educativa es necesario el Rediseño del Discursio Matemático Escolar (Cantoral, Montiel y Reyes-Gasperini, 2015). Tal rediseño requiere de la atención de

las siguientes cuestiones: ¿Cómo organizar el conocimiento escolar con base en la realidad de quien aprende sin abandonar al contenido de las Matemáticas?, ¿Cómo esta organización puede ser parte de la profesionalización docente?, y ¿Qué papel juega la vida cotidiana en estos procesos? En Estados Unidos de Norteamérica, el *Nacional Council of Teachers of Mathematics* [NCTM] se plantea la Enseñanza y Aprendizaje Efectivos (NCTM, 2015) en la que se requiere una enseñanza efectiva, que involucre a los estudiantes en el aprendizaje significativo, a través de experiencias individuales y colaborativas, que favorezcan su capacidad para dar sentido a las ideas matemáticas y razonar matemáticamente. Sin dejar de atender la integralidad del proceso y las nuevas propuestas de mejora, en nuestros próximos trabajos nos ocuparemos de las prácticas de evaluación del aprendizaje de la matemática, sobre la base del cambio de las creencias tanto de profesores como de estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Abadiano, H. y Turner, J. (2003). Thinking it through: re-examining our beliefs about assessment for diverse students. *The New England Reading Association Journal*, 39 (1), 58–63.
- Ahumada, P. (2005). *Hacia una evaluación auténtica del aprendizaje*. México, D. F.: Paidós.
- Barrón, C. (2005). Criterios para la evaluación de competencias en el aula. Una experiencia mexicana. *Perspectiva Educativa*, 45, 103–120.
- Cantoral, R., Montiel, G. y Reyes-Gasperini, D. (2015). El programa socioepistemológico de investigación en matemática educativa: el caso de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(1), 5–17.
- Celso, E. y Carolino, C. M. (2010). Uma reflexão acerca das competências leitoras e das concepções e crenças sobre práticas de leitura nas aulas de Matemática. *Bolema*, 23(37), 931–953.
- Clark, C. y Peterson, P. (1997). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. Wittrock (Ed.). *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos* (pp. 443–539). Barcelona: Paidós Educador.
- Clark, D. y Hollinsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967.
- Coll, C. (1990). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Comps.), *Desarrollo psicológico y Educación II. Psicología de la Educación* (pp. 435–453). Madrid: Alianza Editorial.
- (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de psicología*, 69, 153–178.
- Díaz Barriga, F., Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México D. F.: McGraw-Hill Interamericana.
- De Jong, O., Korthagen, F. y Wubbels, T. (1998). Research on science teacher education in Europe: teacher thinking and conceptual change. In B. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 745–758). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. En J. Delors (Comp.), *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI* (pp. 89–103). México: Santillana, UNESCO.
- Gil, F., Rico, L. y Fernández, A. (2002). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre evaluación en matemáticas. *Revista de Investigación Educativa*, 20 (1), 47–75.
- Gimeno, J. y Pérez, A. (1999). *Comprender y transformar la enseñanza. Duodécima edición*. Madrid: Morata.
- Giménez, J., Rico, L., Gil, F., Fernández, F., Castro, E., Del Olmo, A., Moreno, F. y Segovia, I. (1997). ¿Por qué y para qué evaluar en matemáticas? En J. Giménez. (Ed.), *Evaluación en Matemáticas. Una integración de perspectivas* (pp. 15–35). Madrid: Editorial Síntesis.
- Handal, B. (2003). Teachers' Mathematical Beliefs: A Review. *Mathematics Educator*, 13(2), 47–57.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*, 4ª. Edición. México, D. F.: Editorial McGraw-Hill.
- Isaac, S., y Michael, W. B. (1981). *Handbook in research and evaluation: a collection of principles, methods, and strategies useful in the planning, design, and evaluation of studies in education and the behavioral sciences* (2nd ed.). San Diego, Cal.: EDITS Publishers.
- Jackson, P. (2001). *La vida en las aulas. Sexta Edición*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Jarero, M., Aparicio, E. y Sosa, L. (2013). Pruebas escritas como estrategia de evaluación de aprendizajes matemáticos. Un estudio de caso a Nivel Superior. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 16(2): 213–243.
- Kannapel, P., Aagaard, L., Coe, P. y Reeves, C. (2001). The impact of standards-based reform on teaching and learning in Kentucky. In S. Fuhrman (Ed.), *From the capitol to the classroom: Standards-based reform in the states. One hundred yearbook of the National Society for the Study of Education, Part II* (pp. 242–262). Chicago: University of Chicago Press.
- Lloyd, G. (2002). Mathematics teacher's beliefs and experiences with innovative curriculum materials. En G. C. Leder, E. Pehkonen y G. Törner (Eds.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education* (pp. 149–159). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Netherlands.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3): 343-358.
- Meyer, H., Tabachnick, R., Hewson, P., Lemberger, J. y Park, H. (1999). Relationship between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science. *Science Education*, 83(3), 323–346.
- National Council of Teachers of Mathematics, (2015). *Principles to actions. Ensuring mathematical success for all*. Reston, VA.: NCTM
- Peme-Aranega, C., De Longhi, L., Baquero, M., Mellado, V. y Ruiz, C. (2006). Creencias explícitas e implícitas, sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje, de una profesora de química de secundaria. *Perfiles educativos*, 28 (114), 131–151.

- Pérez, M., Mateos, M., Scheuer, N., Martín, M. (2006). Enfoques en el estudio de las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza. En I. Pozo, N. Sheuer, P. Pérez, M. Mateos, E. Martín y M. de la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y al aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos* (pp. 55–94.) Barcelona: Graó.
- Pérez, O. (2006). ¿Cómo diseñar el sistema de evaluación del aprendizaje en la enseñanza de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 9(2): 267–297.
- Philipp, R. (2007). Mathematics Teachers' Beliefs and Affect. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 257–315). Charlotte, N. C.: Information Age; Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Porlaán, R. Martín, R., Martín, J. (2002). Conceptions of school-based teacher educators concerning ongoing teacher education, *Teaching and Teacher Education*, 18 (3), 305–321.
- Pozo, J. (2000). Concepciones de aprendizaje y cambio educativo. *Ensayos y experiencias*, 6(33), 4–13.
- Ruiz, J. (2011). *Metodología de la investigación cualitativa*. 5ª Edición. Bilbao, España: Deusto.
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*. SEP. México D. F.
- Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Media Superior, Dirección General del Bachillerato, Dirección de Coordinación Académica. (2009). *Lineamientos de evaluación del aprendizaje (lineamientos psicopedagógicos e instrumentos de evaluación del aprendizaje)*. México.). SEP, SEMS, DGB, DCA. Disponible en <http://www.dgb.sep.gob.mx/portada/lineamientos-eval-aprendizaje.pdf>, Acceso el: 21 de septiembre de 2014.
- SEP, (2013). *Serie: Programas de Estudio de Matemáticas*. México: Secretaría de Educación Pública (SEP), Subsecretaría de Educación Media Superior, (SEMS), Dirección General del Bachillerato (DGB), Dirección de Coordinación Académica (DCA). Disponible en <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/programasdeestudio.php>, Acceso el: 11 de febrero de 2015.
- SEP, SEMS. (2008). *Reforma integral de la Educación Media Superior en México: Creación de un Sistema Nacional de Bachillerato en el marco de diversidad*. México, D. F.: Secretaría de Educación Pública (SEP), Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS).
- SEP, (2008). Acuerdo No. 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional del Bachillerato. *Diario oficial de la federación 2008*, publicado el 16 de Octubre de 2008.
- Tuyub, I. y Cantoral, R. (2012). Construcción Social del Conocimiento Matemático durante la Obtención de Genes en una Práctica. *Bolema*, 26(42), 311- 328.
- Vila, A. y Callejo, L. (2005). *Matemáticas para aprender a pensar: el papel de las creencias en la resolución de problemas*. Madrid: Narcea.
- Villoro, L. (2009). *Crear, saber, conocer*. México D. F.: Siglo XXI Editores.
- Von Driel, H., Beijaard, D. y Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), 137–158.



Confiabilidad y validez de un instrumento que mide la inteligencia organizacional en una universidad de Chimalhuacán (centro de México)

Javier Carreón Guillén¹
 Jorge Hernández Valdés¹
 María Luisa Quintero Soto²
 Cruz García Lirios³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Trabajo Social. Av. Universidad 3000, Cd. Universitaria, C. P. 04350 Ciudad de México, D.F., México, +52 (55) 5622 8771.

²Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Nezahualcóyotl.

³Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Huehuetoca.

*Autor de correspondencia
 javierg@unam.mx

Resumen

En un entorno de turbulencias económicas, políticas y sociales las organizaciones desarrollan sistemas de gestión, producción y transferencia de información que pueden ser consideradas como inteligencia organizacional. Tales sistemas se diseminan entre líderes y seguidores siendo observables en factores tales como auto-conciencia, auto-regulación, motivación, empatía y habilidad no sólo para optimizar recursos, sino para formar talentos que reproduzcan la inteligencia organizacional en el futuro. Se llevó a cabo un estudio no experimental, transversal y exploratorio con una selección no probabilística de 300 académicos, estudiantes y administrativos a fin de poder establecer la confiabilidad y la validez de un instrumento que midió los cinco factores de la inteligencia organizacional. A partir de un modelo estructural [$\chi^2 = 5,619$ (5gl) $p = 0,345$; GFI = 0,934; IFI = 0,924; RMSEA = 0,006] se encontró que el factor motivacional refleja la estructura del constructo ($\beta = 0,32$). En relación con la resiliencia se advierten líneas de investigación explicativas de los efectos del mercado y las políticas educativas sobre la cultura de resiliencia en las organizaciones.

Palabras clave: Inteligencia, auto-cuidado, auto-regulación, motivación, empatía, habilidad

Abstract

Within an environment of economic, political and social turmoil, organizations develop management systems, production and transfer of information that can be considered as organizational intelligence. Such systems spread between leaders and followers being observable factors such as self-awareness, self-regulation, motivation, empathy and ability not only to optimize resources but to form talents that reproduce organizational intelligence in the future. A non experimental, transversal and exploratory study with a non-probabilistic administrative in order to establish the reliability and validity of an instrument measured the five factors of organizational intelligence selection of 300 academics, students and was conducted. From a structural model [$\chi^2 = 5,619$ (5GL) $p = 0.345$; GFI = 0.934; IFI = 0.924; RMSEA = 0,006] se found that the motivational factor reflects the structure of the construct ($\beta = 0.32$). Regarding the resilience lines of explanatory research on the effects of the market and education policies on culture of resilience in organizations warn .

Keywords: intelligence, self-care, self-regulation, motivation, empathy, ability

Como citar el artículo:

Carreón Guillén, J., Hernández Valdés, J., Quintero Soto, M. L. y García Lirios, C. (2016). Confiabilidad y validez de un instrumento que mide la inteligencia organizacional en una universidad de Chimalhuacán (centro de México). *Tlamati*, 7(2), 41-47.

Introducción

El objetivo de presente trabajo consiste en el establecimiento de la confiabilidad y a validez de un instrumento que mide la inteligencia organizacional asumida como un proceso de auto-conciencia, auto-regulación, motivación, empatía y habilidad ante contingencias, riesgos y discrepancias del entorno con respecto a los recursos de una organización.

Desde la aproximación de las inteligencias múltiples, la inteligencia emocional ha sido considerada como la pieza clave en el proceso que va de la confianza hacia la satisfacción laboral. En este sentido, la inteligencia emocional consiste en cinco factores relativos a conciencia de sí mismo –emociones, afectos, fortalezas, debilidades, capacidades y valoraciones–; autoregulación –control, fidelidad, sinceridad, integralidad, responsabilidad, flexibilidad e innovación–; motivación –compromiso y optimismo–; empatía –necesidades, preocupaciones, oportunidades y poder–; habilidades –liderazgo, persuasión, negociación, eficacia–. Es decir, la inteligencia emocional consiste en dos dimensiones alusivas al plano individual y social a partir de las cuales se establece un grado de confianza, compromiso, innovación y satisfacción con respecto a una organización, objetivos y metas (Acar y Acar, 2014).

Se trata de un proceso en el que el individuo se configura desde valores y disposiciones aprendidas en torno a un ideal propio y colectivo en relación con la categorización y elección de un grupo (Escobar, 2014).

Desde el enfoque de las inteligencias múltiples en lo general y la teoría de la inteligencia emocional en particular, los individuos, los grupos y las organizaciones poseen rasgos que no sólo permite observar su grado de emotividad e inteligencia, sino además anticipar su potencial de cooperativismo y emprendimiento.

El proceso de la inteligencia emocional inicia con el reconocimiento de los afectos y sentimientos hacia objetos y/o personas. Se trata de una habilidad en donde existe una

certeza de las emociones, su origen y desarrollo. A menudo se observan discursos en los que se asocian los sentimientos con las personas y con los objetos en torno a la relación afectiva. En el ámbito laboral, los talentos que reconocen su emotividad la utilizan como fuente de motivación de sus propuestas e innovaciones. En relación con los valores, objetivos y metas de las organizaciones, el reconocimiento de las emociones se ajusta a la cultura laboral (Sales, Quintero y Velázquez, 2016).

Una vez reconocida la emotividad, las personas adquieren una valoración de sí mismos. En cada proceso, los talentos identifican los alcances y límites de sus capacidades con respecto a las oportunidades derivadas de la cultura laboral y el entorno organizacional. El emprendimiento se lleva a cabo a partir de los fracasos más que de los éxitos, por consiguiente, en el ámbito del trabajo, se desarrolla una cultura de aprendizaje continuo y/o permanente, ya que se asume la experiencia de otros como un conocimiento previo al logro de objetivos y metas (García, Carreón, Hernández y Salinas, 2016).

Sin embargo, la inteligencia emocional de las organizaciones y sus talentos no se reduce sólo al aprendizaje permanente y continuo de los afectos que incentivan la productividad y la competitividad, sino además implica sinergias de conocimiento como el caso de las redes, nodos y arcos. La producción de oportunidades y capacidades, como la teoría de la inteligencia emocional sugiere, estriba en el reconocimiento de necesidades y la valoración de habilidades (Anicijevic, 2013).

De este modo, la relación entre empatía y cooperativismo es estrecha, ya que las emociones reconocidas suponen la valoración de relaciones al interior de la organización y entre las culturas laborales. Por lo tanto, el emprendimiento consiste en la valoración de capacidades más que en la producción de oportunidades. Ello supone un entorno favorable a las emociones positivas que incentivan la productividad, pero en escenarios de incertidumbre y alto riesgo, la emotividad puede ser revertida como instrumentos de ges-

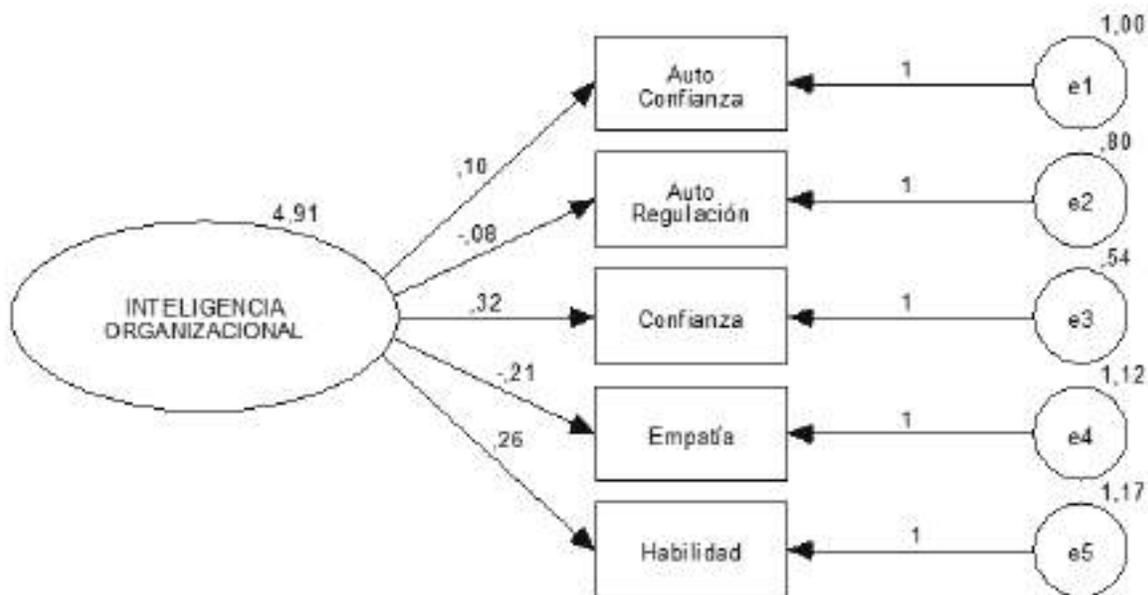


Figura 1. Modelo de relaciones de dependencia reflejantes. Fuente: Elaborada con los datos del estudio

Tabla 1. Inteligencias emocionales de las organizaciones complejas

	Autoconciencia	Autoregulación	Motivación	Empatía	Habilidades
Autoregulación	Las organizaciones que tienen una conciencia de sus alcances y límites auto-regulan sus procesos.	Las organizaciones que reconocen y valoran sus emociones determinan el equilibrio entre las demandas externas y la optimización de sus recursos.	Las organizaciones auto-reguladas establecen prioridades en la generación de conocimiento y el emprendimiento de sus innovaciones.	Las organizaciones auto-reguladas propician relaciones de confianza entre sus talentos y con respecto a otras organizaciones.	Las organizaciones auto-reguladas establecen relaciones de cooperación entre sus integrantes y en relación con otras organizaciones unimodales.
Disipación	Las organizaciones emergentes están conscientes de sus alcances y límites con respecto a una red de organizaciones o nodos de conocimientos.	Las organizaciones emergentes generan capacidades en función de la disponibilidad de sus recursos.	Las organizaciones emergentes determinan los incentivos que permitirán los logros de objetivos y metas.	Las organizaciones emergentes definen relaciones de confianza con la finalidad de anticipar la formación de redes de conocimiento.	Las organizaciones emergentes producen información que les permite asociarse con otras organizaciones.
Adaptación	Las organizaciones adaptativas producen información que las identifica y distingue de otras organizaciones.	Las organizaciones adaptativas generan información concerniente a la emergencia de oportunidades y la generación de capacidades.	Las organizaciones adaptativas enaltecen las disposiciones de los talentos porque estos determinan la productividad y competitividad.	Las organizaciones adaptativas establecen relaciones de confianza con la finalidad de emprender proyectos corresponsables y satisfactorios.	Las organizaciones adaptativas asumen que las otras organizaciones son fines en sí mismos y evitan considerarse como instrumentos para el logro de objetivos y metas.
Dinamismo	Las organizaciones dinámicas enaltecen sus propios recursos con respecto a los de otras organizaciones.	Las organizaciones dinámicas, no obstante, deben regular sus procesos a fin de alcanzar los objetivos y las metas establecidas.	Las organizaciones dinámicas requieren del concurso de factores intrínsecos y extrínsecos para generar conocimientos y oportunidades.	Las organizaciones dinámicas son orientadas por relaciones empáticas en la medida en que sus cooperaciones internas y externas así lo requieran.	Las organizaciones dinámicas establecen negociaciones a fin de poder incentivar la cooperación interna y externa.
Complejidad	Las organizaciones complejas son conscientes de sus alcances y límites considerando sus habilidades de cooperación interna como externa.	Las organizaciones complejas desarrollan una responsabilidad en la medida en que generan oportunidades y capacidades.	Las organizaciones complejas generan optimismo y compromiso a partir de la información disponible de otras organizaciones.	Las organizaciones complejas incrementan sus expectativas a partir de una reducción de sus oportunidades, recursos y capacidades.	Las organizaciones complejas desarrollan liderazgos considerando la producción de conocimiento y las capacidades requeridas para los retos del entorno.

Fuente: Elaboración propia

tión y producción de conocimiento (Omotayo y Adenike, 2013).

En el caso de las organizaciones autocráticas con respecto a las organizaciones complejas, la teoría de las inteligencias múltiples advierte que el autoritarismo es resultado de la ausencia de un cúmulo de inteligencias principalmente emocionales, ya que la coerción prevalece sobre la persuasión que implica relaciones humanas favorables a una cultura de éxito.

Por el contrario, las organizaciones complejas no sólo desarrollan las inteligencias múltiples, sino además producen conocimientos que les permiten incentivar las inteligencias emocionales y las habilidades organizacionales orientadas a la reducción de incertidumbre y riesgos (véase tabla 1).

En suma, las organizaciones complejas asumen que las

inteligencias múltiples incrementan sus oportunidades y capacidades ante las oportunidades y los retos del entorno, pero se diferencian por su estructura de toma de decisiones y reparto de utilidades.

Por consiguiente, las organizaciones mercantiles, respecto a las organizaciones cooperativas, están supeditadas por el volumen de acciones o inversión en los procesos y productos. En contraste, las organizaciones cooperativas más bien están determinadas por las disposiciones de sus integrantes, así como por la calidad de sus relaciones, principalmente las relaciones de confianza (véase tabla 2).

La relación existente entre inteligencia, cooperativismo y emprendimiento supone un proceso interno de las organizaciones complejas. Si la inteligencia emocional de las organizaciones determina su estructura mercantil o cooperativista, entonces el emprendimiento incluirá rasgos de

Tabla 2. Sistemas estructurales de las organizaciones complejas

	Mercantilización	Cooperativismo
Auto-regulación	Las organizaciones auto-reguladas incluyen accionistas y con base en la cantidad de sus bienes y valores financieros establecen sus decisiones de equilibrio entre demandas y recursos.	Las organizaciones auto-reguladas están abiertas a número ilimitado de socios, pero establecen el equilibrio a partir de las interrelaciones entre sus socios.
Disipación	Las organizaciones emergentes se estructuran conforme al poder de la cantidad de acciones, ya que quienes tienen la mayor cantidad orientan las decisiones y estrategias de reducción de riesgos e incertidumbre.	Las organizaciones emergentes son equitativas en cuanto a las decisiones y estrategias. A partir de este convenio deben esperar pérdidas o ganancias.
Adaptación	Las organizaciones adaptativas procuran establecer jurídicamente sus procesos con la intención de observar su grado de ajuste a los requerimientos institucionales y del mercado.	Las organizaciones adaptativas incentivan la participación de sus integrantes en todos los ámbitos porque dependen de sus disposiciones más que de las demandas del entorno.
Dinamismo	Las organizaciones dinámicas centran su atención en las acciones, sus flujos de entrada y salida, así como la participación de vendedores y compradores.	Las organizaciones dinámicas centran su interés en las acciones siempre y cuando éstas reflejen la participación de sus socios, ya que son sus disposiciones las que más importan en el proceso de cooperación.
Complejidad	Las organizaciones complejas reparten sus utilidades a partir de las acciones que cada socio posee.	Las organizaciones complejas asumen que la gestión y producción de relaciones de confianza que reflejan ganancias son criterios suficientes para repartir sus utilidades.

Fuente: Elaboración propia

autoconciencia, autoregulación, motivación, empatía y habilidades sociales.

Sin embargo, la teoría del emprendimiento organizacional advierte que son las oportunidades en relación con las capacidades las que determinan propuestas e iniciativas de gestión y producción de conocimiento. En tal escenario, las organizaciones complejas procesan la información del mercado y la rectoría del Estado como oportunidades de ganancia y utilidad (Cruz, Arroyo y Marmolejo, 2016).

Las organizaciones complejas parten del supuesto según el cual las políticas públicas generan decisiones ambivalentes en los socios, líderes, talentos y consumidores —el mercado y el Estado como productores de oportunidades, pero también como escenarios de corrupción—. De este modo, la inteligencia emocional funge como un catalizador de tales discrepancias. Se trata de una deseabilidad social que consiste en asumir que tanto el mercado como el Estado son proclives a la competencia desleal, pero también compatibles con la responsabilidad social (Hernández y Valencia, 2016).

En consecuencia, la ambivalencia y deseabilidad social es posible observarla en el emprendimiento, ya que este refleja las demandas del mercado y los lineamientos del Estado en la producción de conocimiento. Las necesidades y expectativas de la sociedad civil al estar determinadas por las políticas de fomento empresarial y la iniciativa privada, reflejan la paradoja de conservar los recursos cada vez más escasos, pero consumir las oportunidades genera-

das por este contexto (Vázquez, Barrientos, Quintero y Velázquez, 2016).

De este modo, el emprendimiento social es un conglomerado de disposiciones a favor del cooperativismo cuando tanto la identidad como la inteligencia generan oportunidades de elección relativas a capacidades y elección de redes (Robles, Alviter, Ortega y Martínez, 2016).

Es decir que el desarrollo organizacional no sólo es una oportunidad de la globalización neoliberal al ser esta un instrumento de la rectoría del Estado y las contingencias del mercado, sino además es una instancia de complejidad observable por las relaciones de poder e influencia establecidas en el interior de las organizaciones (Saansongu y Ngutor, 2012).

En el caso de las organizaciones complejas, su vínculo con la globalización está en su gestión del conocimiento. El desarrollo de las organizaciones complejas es indicativo de la complejidad, el poder y la influencia en la que están inmersos. En la medida en que la globalización propicia una mayor complejidad de las organizaciones es posible observar sus estructuras de poder e influencia (Mendoza, Ramírez y Atriano, 2016).

Sin embargo, al interior de las estructuras de las organizaciones, la identidad o elección de relaciones colaborativas supone una instancia de disposiciones en contra y a favor de redes y nodos organizacionales. Tal proceso en el que la identidad determina las estructuras de oportunidades, los sistemas de innovación como de capacidades, inci-

Tabla 3. Descriptivos, confiabilidad y validez del instrumento

Código	Ítem	M	DE	Alfa	F1	F2	F3	F4	F5
Subescala de auto-conciencia (expectativas ante oportunidades)				0,791					
AC1	La evaluación de mis capacidades reducirá mi salario	1,54	1,46	0,743	0,631				
AC2	La profesionalización de mis habilidades disminuirá mis prestaciones	3,47	1,36	0,794	0,632				
AC3	La certificación de mis conocimientos afectará mis vacaciones	1,30	0,89	0,704	0,531				
AC4	La acreditación de mi desempeño empeorará mi sindicalización	3,82	0,37	0,754	0,621				
Subescala de auto-regulación (estrategias ante retos)				0,731					
AR1	La acreditación de mis competencias la conseguiré con premeditación	1,03	1,54	0,794		0,531			
AR2	La profesionalización de mis habilidades la obtendrá con dedicación	4,81	1,68	0,732		0,532			
AR3	La certificación de mis capacidades la lograré con el compromiso	1,53	1,04	0,746		0,583			
AR4	La aprobación de mi curriculum la alcanzaré con creatividad	1,67	1,26	0,790		0,482			
Subescala de motivación (disposiciones ante conflictos)				0,705					
MT1	El menosprecio de mis habilidades es un escalón en mi desarrollo	1,06	1,03	0,746			0,673		
MT2	El desconocimiento de mis logros es una oportunidad para mis metas	1,58	1,83	0,714			0,662		
MT3	La ignorancia de mis méritos es una fase en mi profesionalización	4,24	1,25	0,752			0,691		
MT4	La envidia hacia mis logros es un aliciente en mi desempeño	1,46	1,05	0,705			0,603		
Subescala de empatía (estrategias ante imponderables)				0,788					
EP1	La incertidumbre de las políticas orienta mi comprensión del gremio	2,32	1,02	0,721				0,503	
EP2	Los riesgos de las políticas incentivan mi apego hacia compañeros	1,46	1,12	0,743				0,514	
EP3	Las contingencias de las políticas incrementan mi auto-confianza	1,58	1,45	0,757				0,557	
EP4	La discrecionalidad de las políticas inducen mis capacidades	3,49	1,58	0,782				0,621	
Subescala de habilidades (estrategias ante desacuerdos)				0,774					
HB1	La desconfianza entre mis compañeros incentiva mi auto-aprendizaje	1,84	1,03	0,761					0,503
HB2	La incredulidad entre mis compañeros aumenta mis propuestas	2,68	1,21	0,773					0,425
HB3	La pasividad de mis compañeros intensifica mis iniciativas	1,46	1,37	0,799					0,443
HB4	Los conflictos entre mis compañeros induce mis críticas	4,32	1,09	0,732					0,335

Método de extracción: Componentes principales. Esfericidad y Adecuación [$\chi^2 = 406,321$ (231 gl) $p = 0,000$; $KMO = 0,645$]. F1 = Auto-conciencia (39% de la varianza total explicada), F2 = Auto-regulación (17% de la varianza total explicada), F3 = Motivación (7% de la varianza total explicada), F4 = Empatía (4% de la varianza total explicada) y F5 = Habilidad (2% de la varianza total explicada). Cada ítem se responde con alguna de cinco opciones que van desde 0 = nada de acuerdo hasta 5 = muy de acuerdo. Los valores alfa correspondientes a los ítems son excluyendo su peso en la escala.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Relaciones de dependencia entre los factores

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Auto-Conciencia	<---	Inteligencia	,100			
Auto-Regulación	<---	Inteligencia	-,077	,129	-,596	,551
Motivación	<---	Inteligencia	,323	,401	,806	,421
Empatía	<---	Inteligencia	-,209	,259	-,807	,420
Habilidad	<---	Inteligencia	,263	,316	,831	,406

Fuente: Elaborada con los datos del estudio

de también en la producción colaborativa de información orientada a nuevos conocimientos (Quintero, Velázquez, Sales y Padilla, 2016).

Por último, la observación de las organizaciones complejas es posible mediante la interpretación de los discursos de actores en cuanto a sus inteligencias emocionales vinculadas al cooperativismo y al emprendimiento. Principalmente, las relaciones empatía, compromiso, innovación y satisfacción son factores sustanciales para la explicación de: 1) los efectos de las políticas de fomento empresarial sobre el micro-emprendimiento; 2) el desarrollo de la micro-organización en el marco del comercio del café y sus derivados en cuanto a procesos, productos y servicios; 3) la complejidad de las relaciones de poder e influencia entre los actores; 4) la identidad en torno al comercio del café, las disposiciones de venta y la colaboración en cuanto a promoción del producto; 5) las inteligencias emocionales desarrolladas con la finalidad de establecer cooperativas.

Formulación: ¿Cuál es el ajuste de la inteligencia organizacional teórica –auto-conciencia, auto-regulación, motivación, empatía y habilidad– con respecto a la inteligencia organizacional empírica?

Hipótesis nula: La estructura teórica de la inteligencia organizacional se ajusta a la estructura de la inteligencia organizacional ponderada.

Hipótesis alterna: La estructura teórica es diferente con respecto a la estructura empírica

Método

Diseño. Se llevó a cabo un estudio no experimental, transversal y exploratorio.

Muestra. Se realizó una selección no probabilística de 300 estudiantes, docentes y administrativos de una universidad pública del Estado de México adscrita a la Asociación Nacional de Facultades de Contaduría y Administración (ANFECA) del área cinco.

Instrumento. Se utilizó la Escala de Inteligencia Organizacional de García et al., (2016) la cual incluye 20 ítems relativos a la auto-conciencia, la auto-regulación, la motivación, la empatía y la habilidad ante riesgos, contingencias del entorno. Cada ítem se responde con alguna de cinco opciones, 0 = “nada de acuerdo” hasta 5 = muy de acuerdo.

Procedimiento. Se utilizó la técnica Delphi para la homogenización de las palabras incluidas en los reactivos. Se garantizó la confidencialidad de los resultados y el anonimato de las respuestas por escrito. Se informó acerca de

que los hallazgos del estudio no afectarían el estatus académico o laboral de los encuestados. La aplicación del instrumento se realizó en el vestíbulo de la universidad. La información se procesó en el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS por sus siglas en inglés) y Análisis de Momentos Estructurales (AMOS por sus siglas en inglés) versión 23,0. Se estimaron la media, desviación estándar, alfa de Conbach, chi cuadrada, pesos factoriales, covarianzas, betas, bondad de ajuste y residual.

Resultados

La confiabilidad de la escala de inteligencia organizacional (alfa de 0,790) y la confiabilidad de las subescalas de auto-conciencia (alfa de 0,791), auto-regulación (alfa de 0,731), motivación (alfa de 0,705), empatía (alfa de 0,788) y habilidad (alfa de 0,744) superaron el valor alfa de 0,70 que es el mínimo indispensable para considerar una consistencia interna en otros contextos y muestras de estudio (véase tabla 3).

Respecto a la esfericidad y adecuación [$\chi^2 = 406,321$ (231gl) $p = 0,000$; $KMO = 0,645$] alcanzaron valores suficientes para la estimación de la validez del constructo el cual incluyó cinco factores a partir de pesos factoriales superiores a 0,300 y relativos a la auto-conciencia (39% de la varianza total explicada), la auto-regulación (17% de la varianza total explicada), la motivación (7% de la varianza total explicada), la empatía (4% de la varianza total explicada) y la habilidad (2% de la varianza total explicada).

Las relaciones de dependencia entre los factores de auto-conciencia ($\beta = 0,10$), auto-regulación ($\beta = -0,07$), motivación ($\beta = 0,32$), empatía ($\beta = -0,20$) y habilidad ($\beta = 0,26$) con respecto a la inteligencia organizacional evidenciaron la exclusión de otros factores no modelados ni ponderados (véase tabla 4 y figura 1).

Sin embargo, los parámetros de ajuste y residual [$\chi^2 = 5,619$ (5gl) $p = 0,345$; $GFI = 0,934$; $IFI = 0,924$; $RMSEA = 0,006$] evidencian la aceptación de la hipótesis nula alusiva a la correspondencia entre la estructura teórica y la estructura ponderada del constructo de inteligencia emocional.

Discusión y conclusión

La inteligencia organizacional, definida y medida en el presente trabajo como un proceso de respuestas sistemáticas ante contingencias del entorno, riesgos del contexto y conflictos internos está configurado por cinco factores

relativos a la auto-conciencia, la auto-regulación, la motivación, la empatía y la habilidad que la universidad pública desarrolló ante los procesos de evaluación, acreditación y certificación educativa.

Sin embargo, la inteligencia organizacional, a diferencia de otros procesos de cultura organizacional, supone la emergencia de factores inherentes a las organizaciones ante contingencias del entorno, imponderables del contexto o conflictos de relaciones y tareas al interior de las organizaciones.

En este sentido, la medición de la inteligencia organizacional es preferentemente observable en situaciones de amenazas y retos que suponen la emergencia de la auto-conciencia, auto-regulación, motivación, empatía y habilidad ante políticas educativas alusivas a la evaluación, acreditación y certificación de los procesos y productos educativos.

De este modo, la inteligencia organizacional está vinculada con la resiliencia, ya que es parte de este proceso de aprendizaje continuo ante los riesgos de la implementación de políticas educativas en una institución.

No obstante que los resultados del presente estudio sólo pueden ser atribuidos a la muestra y no generalizables a otras instituciones, la confiabilidad y la validez del instrumento permitirá la medición del efecto de políticas educativas sobre la resiliencia organizacional en general y la inteligencia organizacional en lo particular.

Por consiguiente, el desarrollo de marcos teóricos, conceptuales y empíricos entre la resiliencia y la inteligencia sería una línea de investigación que permitiría contrastar la hipótesis en torno a que las turbulencias del mercado y los disturbios de las políticas públicas afectan tanto negativa como positivamente a las organizaciones. En tal proceso, la cultura organizacional es fundamental en la medida en que los liderazgos y seguidores desarrollan sus valores, normas, costumbres, creencias y disposiciones como instrumentos de gestión, producción y reproducción de conocimiento para afrontar las crisis externas e internas.

Referencias

- Acar, Z. y Acar, P. (2014). Organizational culture types and their effects on organizational performance in Turkish hospitals. *Emerging Markets Journal*, 3 (3), 1-15
- Anicijevic, N. (2013). The mutual impact of organizational culture and structure. *Economic Annals*, 58 (198).
- Cruz, O., Arroyo, P. y Marmolejo, J. (2016). Innovaciones tecnológicas en la logística: gestión de inventarios, sistemas de información y terciarización de operaciones. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 165-178). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Escobar, R. (2014). Redes neuronales, procesos cognoscitivos y análisis de la conducta. *Revista Internacional de Conductismo*, 2 (1), 23-43.
- García, C., Carreón, J., Hernández, J. y Salinas, R. (2016). Gobernanza de los actores y redes de innovación tecnológica. En M. Quintero., S. Jesús. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 79-94). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Hernández, A. y Valencia, R. (2016). Instrumentos de innovación: las redes sociales en la internalización de las micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 47-66). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Mendoza, E., Ramírez, L. y Atriano, R. (2016). Uso de los medios y las tecnologías en la creación de un sistema de innovación para el bien común. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 95-114). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Omotayo, O. y Adenike, A. (2013). Impact of organizational culture on human resource practices: a study of selected Nigerian private universities. *Journal of Competitiveness*, 5 (4), 115-133.
- Quintero, M., Velázquez, E., Sales, J. y Padilla, S. (2016). Una revisión del estado del arte sobre pymes. ¿y los estudios de innovación? En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 31-43). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Robles, C., Alviter, L., Ortega, A. y Martínez, E. (2016). Cultura de calidad e innovación en la microempresa. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*. (pp. 11-30). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Saansongu, E. y Ngutor, D. (2012). The influence of corporate culture of employee commitment to the organization. *International Journal of Business and Management*, 7 (22), 1-8.
- Sales, J., Quintero, M. y Velázquez, E. (2016). Adaptación versus innovación: la formación de distritos industriales a partir de comunidades campesinas. Santa Cruz Atizapan y Chiconcuac. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 181-199). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.
- Vázquez, C., Barrientos, B., Quintero, M. y Velázquez, E. (2016). Apoyos gubernamentales para la innovación, tecnología y capacitación de las pequeñas y medianas empresas en México. En M. Quintero., Sales, J. y Velázquez, E. (Coord.). *Innovación y tecnología retos para su aplicación práctica en las empresas*.(pp. 67-78). México: Miguel Ángel Porrúa-Uaemex.



Emisiones de CO₂ y CH₄ en un ecosistema costero tropical: la laguna de Coyuca, Guerrero, México

José Luis Cortés-García¹
 Manuel Mendoza-Mojica²
 María Amparo Martínez-Arroyo³
 Sandra Gómez-Arroyo³
 Yolanda Carbajal-López⁴
 Sergio García-Ibañez²
 José Luis Rosas-Acevedo^{1*}
 Justiniano González-González¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Calle Pino s/n Col. El Roble C. P. 39640. Acapulco, Guerrero, México. Tel: +52(744) 488 0341

² Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ecología Marina

³ Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera

⁴ Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas,.

**Autor de correspondencia*
 jlrosas71@yahoo.com

Resumen

El ecosistema costero Laguna de Coyuca, por la importancia económica y ecológica en la Costa Grande de Guerrero, es necesario conocer las emisiones naturales de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), para ello, se llevaron a cabo mediciones en cinco sitios de la superficie de la laguna. Se utilizó cámara flotante por cromatografía de gases para poder comparar la situación de emisión/captura que presenta dicho cuerpo de agua con otros ecosistemas naturales. Se encontró que la laguna de Coyuca se comporta como emisor moderado de metano y de dióxido de carbono con un promedio anual de 32.4 mg L⁻¹ y de 48.4 mg L⁻¹ respectivamente

Palabras clave: Ecosistema costero, Metano, Dióxido de carbono, emisión/captura

Abstract

The coastal ecosystem of Coyuca Lagoon is important on economic and ecological areas at the Costa Grande of Guerrero. Due to this importance, it is necessary to know about natural emissions of methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). These emissions measurements were carried out at five sites on the surface of the lagoon. A floating camera was used to measure gas chromatography, in order to compare the situation of emission/capture presented by this body of water with other natural ecosystems. It was found that the Coyuca lagoon behaves as moderate emitter of methane and carbon dioxide, with an annual average of 32.4 mg L⁻¹ and 48.4 mg L⁻¹ respectively .

Keywords: coastal ecosystem, methane, carbon dioxide, emission/capture

Como citar el artículo:

Cortés-García, J. L., Mendoza-Mojica, M., Martínez-Arroyo, M. A., Gómez-Arroyo, S., Carbajal-López, Y., García-Ibañez, S., Rosas-Acevedo, J. L. y González-González, J. (2016). Emisiones de CO₂ y CH₄ en un ecosistema costero tropical: la laguna de Coyuca, Guerrero, México. *Tlamati*, 7(2), 48-54.

Introducción

El incremento de la concentración en la atmósfera de los Gases de Efecto Invernadero [GEI] de origen antropogénico, ha preocupado en las últimas décadas a la comunidad científica y a los gobiernos por las enormes transformaciones en los ecosistemas que ocasionará el cambio climático y que afectará sin duda la vida misma del hombre sobre la tierra. El estudio sobre la emisión y captura del CO₂ y CH₄ en cinco sitios de la laguna de Coyuca en el estado de Guerrero, México, mostrará las características particulares que presentan los lugares donde de manera natural hay mayor emisión y mayor captura de dichos gases.

El carbono inorgánico en forma de CO₂ y el CH₄ son contaminantes atmosféricos involucrados en el calentamiento global del planeta, los cambios en la composición de la atmósfera durante el último milenio muestran el rápido aumento de las concentraciones de CO₂ que se puede atribuir principalmente al crecimiento industrial desde el año 1750 de acuerdo con el *Intergovernmental Panel on*

Climate Change [IPCC] (2002), es decir, en gran medida, a las emisiones de GEI de la humanidad a la atmósfera, de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2013.

Las zonas húmedas son la principal fuente de emisión natural de metano porque en los suelos inundados existen las condiciones anaerobias (sin oxígeno) que favorecen la proliferación de las bacterias responsables de la descomposición de la materia orgánica, en cuyo proceso se libera metano de manera natural (Ortiz-Llorente y Álvarez-Cobelas, 2012, Zhu, An, Krishnakumar, Zhao, Mizouchi e Inamori, 2007) y aunque el CH₄ es mucho menos abundante que el CO₂ en la atmósfera, una molécula de metano absorbe 21 veces más la radiación infrarroja que una molécula de CO₂ (Hernández, 2010; Mendoza,-Mojica, Martínez, Espinoza, Peralta y Castro, 2013).

De acuerdo con Radford (2014) la cantidad de metano emitido a la atmósfera desde los ecosistemas de agua dulce aumentará a medida que el clima se calienta y esto provocará un mayor calentamiento. Esto destaca otro mecanismo por el cual el ciclo global del carbono puede acelerar en

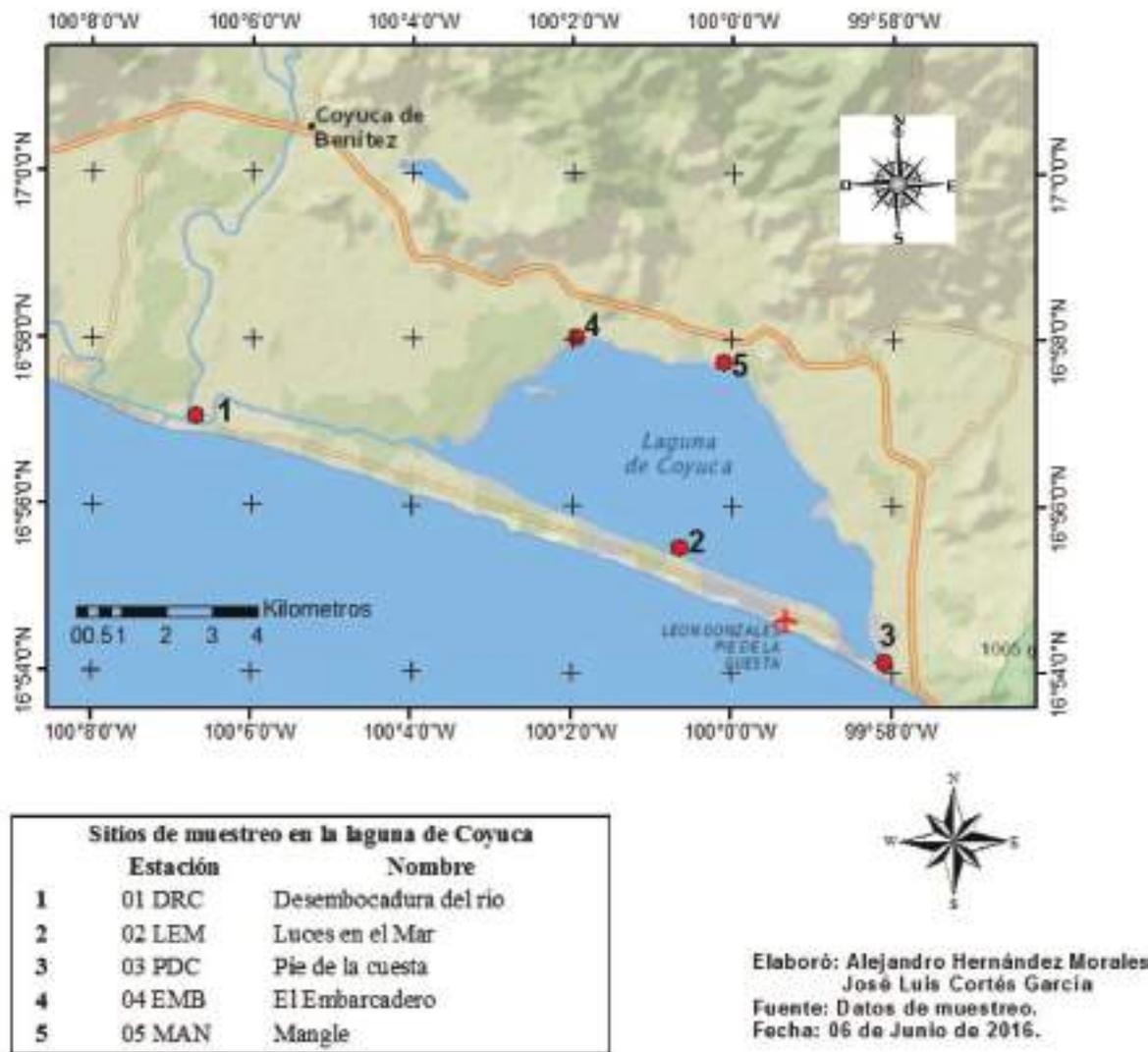


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo en la laguna de Coyuca, Guerrero.

Tabla 1. Tipología y coordenadas de los sitios de muestreo en la laguna de Coyuca.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud
01 DRC	Desembocadura del río	16°56'59.35''	100° 06' 41.70''
02 LEM	Luces en el Mar	16°55' 25.35''	100°00' 39.41''
03 PDC	Pie de la cuesta	16°54' 4.12''	99°58' 5.65''
04 EMB	El Embarcadero	16°57' 39.15''	100°00' 6.29''
05 MAN	Mangle	16°57' 57.06''	100°01' 56.75''

lugar de mitigar el cambio climático futuro. Para un conocimiento más preciso de la dinámica de este gas a nivel global, habría que medir las emisiones en zonas áridas y semiáridas, así como en zonas tropicales, en las que hasta la fecha se han realizado pocos estudios (Ortiz-Lorente y Álvarez-Cobelas, 2012).

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel de mar se ha elevado y las concentraciones de GEI han aumentado (IPCC, 2013). Nueve de los años del decenio se contaron entre los 10 años más cálidos de los que se tiene registro. El año más cálido jamás registrado fue 2010, con una anomalía de temperatura media estimada en 0.54 °C por encima del dato de referencia de 14.0 °C (OMM, 2013), aunque se destaca, con gran confianza; que la región Ártica tendrá un calentamiento por encima de la media, que será mayor en los continentes que en los Océanos, y también mayor en los trópicos y las zonas subtropicales que en latitudes me-

dias (García-Sánchez, 2013).

La medición de la emisión/captura de los GEI CO₂ y CH₄ en la laguna de Coyuca brindará la posibilidad de conocer el comportamiento natural del ecosistema durante el periodo de lluvias y de estiaje y además poder comparar los datos con otros estudios similares.

Materiales y métodos

El área de estudio seleccionada fue la laguna de Coyuca de Benítez, ubicada en la región Costa Grande del estado de Guerrero al noroeste de la ciudad de Acapulco, desde Pie de la Cuesta hasta Coyuca de Benítez unos 11 km de largo por 4 km de ancho; se localiza a los 99° 58' y 100° 08' de longitud oeste y 16° 53' y 16°59' de latitud norte y una superficie de 3,079 hectáreas (Contreras, 1993; Tovilla-Hernández, Mora-Corro, Rojas-García y Vázquez-Lule, 2009).

El nivel hidrológico de la laguna depende directamente

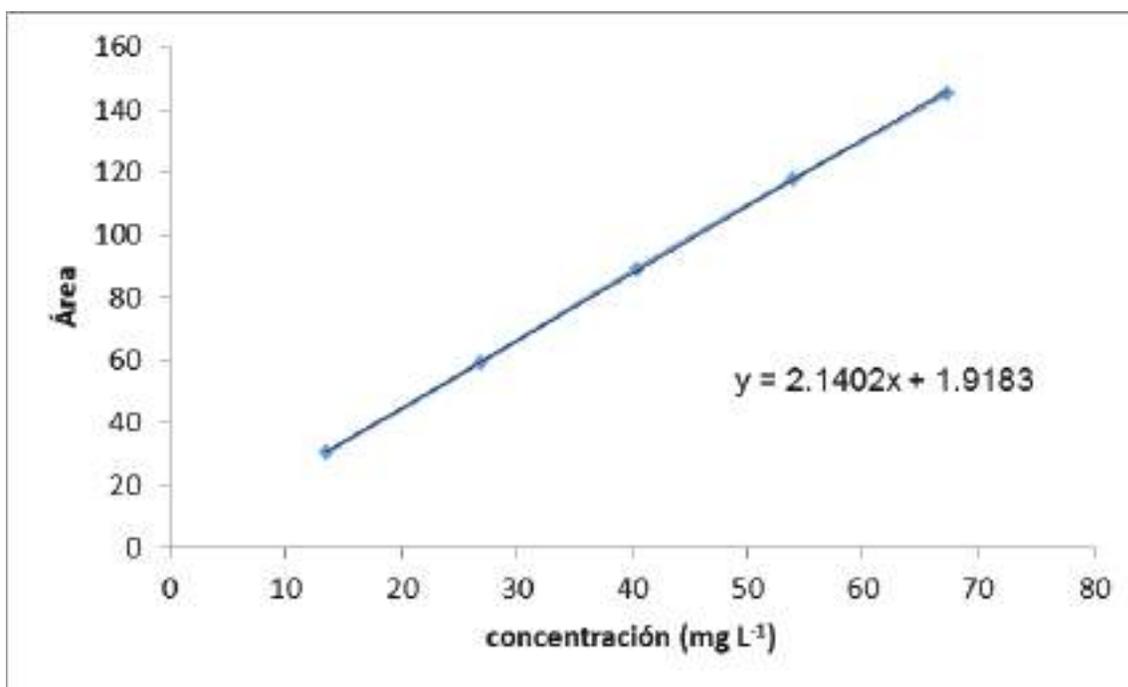


Figura 2. Curva de calibración de CH₄. Fuente CCA-UNAM

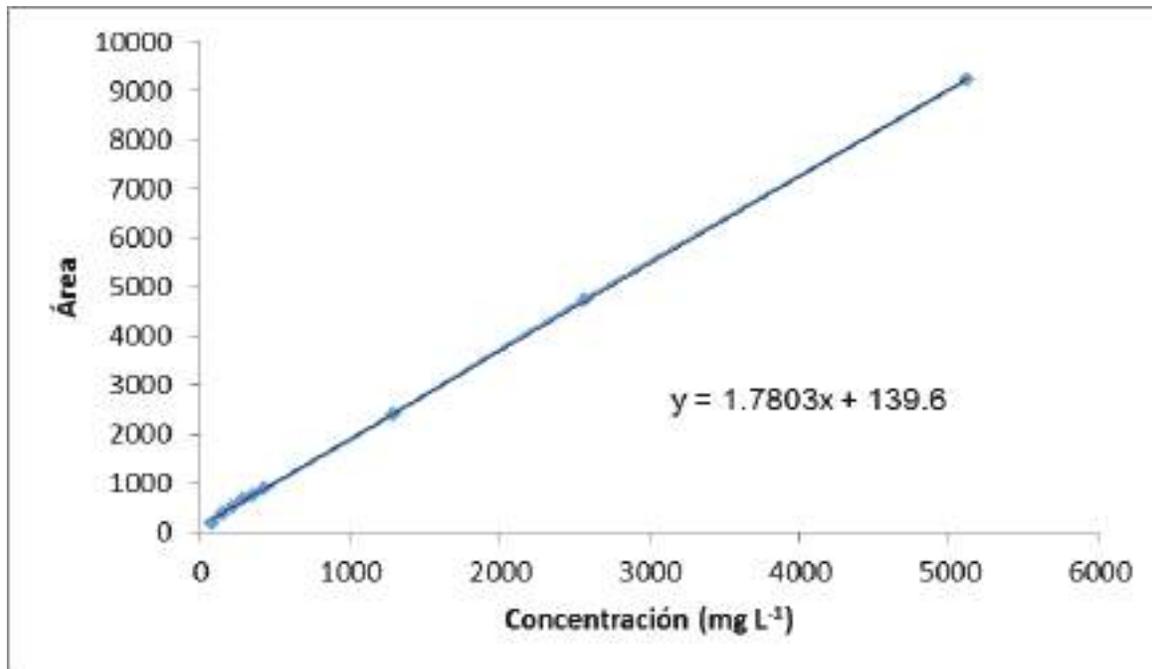


Figura 3. Curva de calibración de CO₂. Fuente CCA-UNAM

de la lluvia, ya que todos los ríos que desembocan ahí tienen un régimen de lluvias, a excepción del río Coyuca que fluye todo el año (Monreal, 1991). Se realizaron 12 muestreos de septiembre de 2012 a agosto de 2013 en cinco sitios característicos situados en la laguna (véase tabla 1; véase figura 1): Pie de la Cuesta [PDC] por ser un sitio de importancia turística, El Embarcadero [EMB], lugar donde los habitantes viven en gran medida de la pesca, Luces en el Mar [LEM], población dedicada a la pesca; el sitio de estudio denominado Mangle [MAN], fue seleccionado por ser una zona con escasa actividad antropogénica, pero cercana al basurero municipal de Coyuca de Benítez y a la desembocadura del río de Coyuca [DRC].

Las muestras de gas para registrar flujos de CO₂ y CH₄ se tomaron con una cámara cerrada de PVC (15 cm largo, 9.75 cm radio) montada en una plancha flotante de poliuretano, con una jeringa de 60 mL y aguja de calibre 22, se toman 40 ml de gas que se depositaron en viales de vidrio sellados al vacío de 20 ml; la primera muestra tomada al

tiempo cero (muestra inicial) y una segunda muestra tomada a los 20 minutos (muestra final); cada una por duplicado, se envolvieron en papel aluminio y se colocaron en un recipiente cerrado en refrigeración.

Las curvas de calibración de CO₂ y CH₄ fueron realizadas en el laboratorio de Aerosoles Atmosféricos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Autónoma de Guerrero [CCA-UNAM] con dos estándares de concentración conocida obteniendo la ecuación (1):

$$y = 2.1402x + 1.9183 \quad (1)$$

para la concentración de CH₄ y la ecuación (2)

$$y = 1.7803x + 139.6 \quad (2)$$

para la concentración de CO₂ (véanse Figuras 2 y 3).

La medición de CO₂ y CH₄ se realizaron por cromato-

Tabla 2. Emisión/Captura de CH₄ y CO₂ en la laguna de Coyuca

Sitio de muestreo	Emisión/Captura de CH ₄ (mg L ⁻¹)	Flujos de CH ₄ (mg m ⁻² h ⁻¹)	Emisión/Captura de CO ₂ (mg L ⁻¹)	Flujos de CO ₂ (mg m ⁻² h ⁻¹)
1 DRC	41.8	0.421	123.4	1.2419
2 LEM	1.1	0.0106	56.8	0.5716
3 PDC	3.3	0.0336	7.6	0.0762
4 EMB	60.6	0.6103	-7.7	-0.077
5 MAN	56.9	0.5728	61.7	0.6214
Promedio	32.7	0.3297	48.4	0.4868

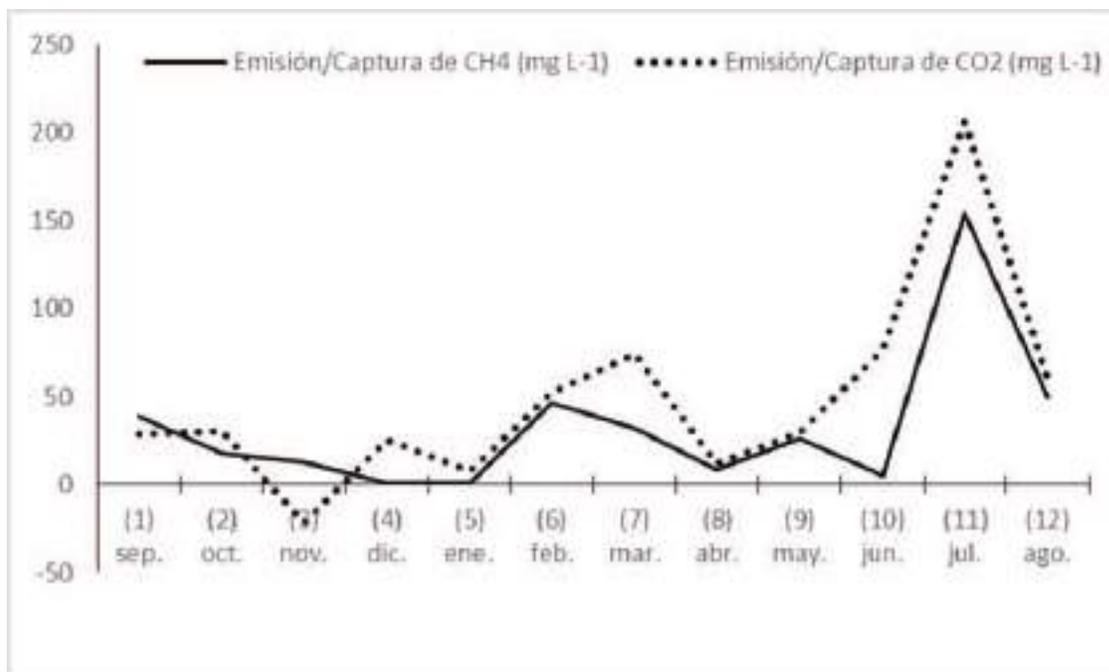


Figura 4. Emisión/captura de CH₄ y CO₂ en mg L⁻¹.

grafía de gases en el CCA-UNAM, usando una muestra de 100 µl en un cromatógrafo de gases marca Agilent 6890 acoplado a un metanizador con detector FID (*Flame Ionization Detector*), una columna empacada Porapak Q de 0.32 mm de diámetro interno, 6 pies de largo con malla 80/100 x1/8 pulgadas, temperatura del metanizador (*back inlet*) de 375°C, temperatura del FID de 300°C, temperatura del inyector (*front inlet*) de 150°C, temperatura del horno de 40°C, se usó N₂ como gas acarreador, flujo de aire comprimido de 400 ml/min, flujo de gas catalizador del FID (H₂) de 30 ml/min. Todas las muestras fueron analizadas a una temperatura de 25°C y el tiempo de retención del CH₄ es de 1.14 minutos y de CO₂ es de 2.62 minutos.

Resultados

El promedio de emisión de CH₄ en los cinco sitios de estudio de la laguna de Coyuca fue de 32.7 mg L⁻¹, registrándose valores más elevados en los sitios EMB y MAN; los valores más bajos de emisión de metano se encontraron en LEM y PDC, que son sitios que se localizan en el margen de la barra de arena que separa a la laguna con el mar (véase tabla 2).

Los valores positivos se refieren a la emisión de CH₄ y CO₂ y los valores negativos se refieren a la captura de los gases de estudio en el ecosistema. El promedio de la emisión de CO₂ fue de 48.4 mg L⁻¹ en la laguna de Coyuca, registrándose el valor promedio de emisión más alto en el mes de julio de 2013 con 205.9 mg L⁻¹ y el único valor promedio de captura en el mes de noviembre en El Embarcadero, sitio 4 EMB (Tabla 3, figura 4).

Flujos de CH₄ y CO₂ en mg/m²/h.

Un parámetro muy utilizado para determinar el comportamiento del CH₄ y CO₂ en diversos estudios en ecosistemas acuáticos y terrestres es comparar los flujos en

miligramos por metro cuadrado por hora (mg/m²/h), el intercambio de gases entre agua y atmósfera se estimó de acuerdo con la ecuación(3) (Mendoza et al., 2013):

$$\text{Flujo} = (C_f - C_i) \times \text{Volumen} / \text{Tiempo} \times \text{Área} \quad (3)$$

Donde C_f es la concentración final y C_i la inicial, el volumen de la muestra (100 µl), el área corresponden a la cámara cerrada de PVC (0.02986 m²) y el tiempo de muestreo (0.333 horas).

Es precisamente durante el periodo de lluvias cuando el ecosistema lagunar se encuentra en proceso de emisión de CH₄ ya que son los meses en los cuales se registraron los valores más altos; con valores de 1.55 mg m⁻² h⁻¹ durante el mes de julio y 0.50 mg m⁻² h⁻¹ en agosto; el sitio 4 EMB y el sitio 5 MAN son los mayores emisores de CH₄ (tabla 2). En los meses de diciembre y enero se registró la menor emisión de CH₄, con valores de 0.0094 y 0.0119 mg m⁻² h⁻¹ respectivamente (véase tabla 3).

En cuanto a los valores obtenidos de la emisión de CH₄ en la laguna de Coyuca por sitio de estudio, el promedio fue de 0.3297 mg m⁻² h⁻¹ y en el sitio 4 EMB, el sitio 5 MAN y el sitio 1 DRC fueron los de mayor emisión con valores promedio de 0.6103, 0.5728 y 0.4210 mg m⁻² h⁻¹ respectivamente; bastante lejanos de los valores de 0.0336 y 0.0106 del sitio 3 PDC y el sitio 2 LEM respectivamente.

Con respecto al CO₂, abril y enero son los meses en los que se registraron los valores promedio más bajos de emisión 0.1215 y 0.0772 mg m⁻² h⁻¹ respectivamente, ambos meses dentro del periodo de estío. Asimismo, solo durante el mes de noviembre hubo captura de CO₂ con un valor de -0.2171 mg m⁻² h⁻¹.

El estudio muestra también que el sitio 1 DRC es el lugar donde se registró la mayor emisión de CO₂ (1.2419 mg m⁻² h⁻¹), seguido del sitio 5 MAN y el sitio 2 LEM con valores de 0.6214 y 0.5716 mg m⁻² h⁻¹ respectivamente; el

sitio 3 PDC reporta menor emisión $0.0762 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ y solamente se encontró un sitio que captura carbono, el sitio 4 EMB con valor de $-0.077 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

Discusión y conclusiones.

Se ha encontrado que se producen grandes concentraciones de CH_4 en los humedales que contienen materia orgánica acumulada en el suelo (Arah y Stephen, 1998), en ese sentido, en los suelos de los trópicos y de los humedales, la producción anual puede llegar a ser del 24% de CH_4 (Allen, Dalal, Rennenberg, Meyer, Reeves y Schmidt, 2007).

Por su parte, la Laguna de Coyuca actúa como un emisor de CH_4 , con un promedio anual de 32.7 mg L^{-1} ; los sitios de estudio ubicados en los sitios de muestreo EMB y MAN fueron los que registraron los valores más elevados con 60.6 y 56.9 mg L^{-1} respectivamente y en menor cantidad en los sitios de muestreo ubicados del lado cercano del litoral marítimo. Ésta condición se debe a los arrastres de materia orgánica de los ríos y arroyos que ocurre en mayor medida durante el periodo de lluvias y a la sedimentación de esta en el cuerpo lagunar.

En un estudio similar, realizado por Mendoza et al. (2013) en las lagunas de Chautengo y de Tres Palos en el estado de Guerrero, reportan valores en agua de superficie para el CH_4 de 13 a 21 ppm y de 39 a 56 ppm respectivamente. Dado que el valor promedio obtenido para la laguna de Coyuca es de 32.7 mg L^{-1} ($1 \text{ ppm}=1 \text{ mg L}^{-1}$) se deduce que el comportamiento de emisión de esta laguna se encuentra en la parte media entre las dos lagunas anteriormente mencionadas.

Otros autores afirman que existe una gran variabilidad en las emisiones de metano, que no parecen seguir un patrón climático o latitudinal, aunque sí se aprecian variaciones estacionales. El hecho de que no se observe una relación lineal entre la emisión de metano y la temperatura del suelo a escala mundial, sugiere que las condiciones locales son muy importantes en el control de las emisiones de metano (Ortiz-Llorente y Álvarez-Cobelas, 2012). De este modo, en este estudio se encontró que la emisión de metano aumenta precisamente en los meses de lluvias, cuando la cantidad de agua es mayor en este ecosistema acuático.

De acuerdo con los datos obtenidos, el promedio anual de la emisión de CH_4 en la laguna de Coyuca es de $0.3297 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, valor que se encuentra dentro del parámetro de 0 a $93 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ reportado en un estudio sobre un humedal construido en la República Checa, utilizando la misma metodología (Agilent 6890) para la cuantificación del CH_4 (Picek; Čížková y Dušek, 2007).

Ortiz-Llorente y Álvarez-Cobelas (2012), realizaron una revisión de la literatura de los datos cuantitativos entre sistemas, en las emisiones de metano relacionadas con picos de emisiones [PE] y emisiones anuales [AE] en cinco tipos de ecosistemas: estuarios, lagos, océanos, ríos y humedales. Los PE abarcaron ocho órdenes de magnitud (0.015 microgramos $\text{CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ a $300 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), mientras que AE abarcó siete (0.078 a $19.044 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$).

Mendoza et al. (2013), reporta valores de emisión de CH_4 de $0.0135 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ para la laguna de Chautengo y $1.95 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ para la laguna de Tres Palos. En este estudio se registró que el promedio de emisión/captura de CH_4 para la laguna de Coyuca es de $0.3297 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, siguiendo

el comportamiento intermedio de emisión entre ambas lagunas mencionadas, igual que el de emisión de este elemento en la parte superficial, como se discutió anteriormente.

El valor promedio de emisión de CH_4 en la laguna de Coyuca ($0.3297 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) se encuentra en concordancia con los valores reportados por Cheng, Peng, Chen, Luo, Zhang, An y Li (2007) quienes estudiaron las emisiones de CH_4 y N_2O procedentes de un humedal construido (mesocosmos) plantado con *Alterniflora sp.* y *Phragmites australis*, en este estudio se obtuvieron valores que van desde 0.16 a $1.12 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ de CH_4 .

Por otro lado, con respecto a los flujos de CO_2 , el sitio 1 DRC y el sitio 5 MAN se comportan como emisores de CO_2 a la atmósfera, en tanto que el sitio 3 PDC y 4 EMB actúan como receptores de CO_2 , mientras que el sitio 2 LEM mantuvo un equilibrio entre la emisión/captura del CO_2 durante los meses de estudio.

El promedio anual de emisión de CO_2 de la laguna de Coyuca fue de $0.4868 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, en donde los valores de emisión (positivos) y valores de captura (negativos) fueron registrados. Los primeros, debido a la actividad respiratoria de las especies acuáticas animales que producen CO_2 y la captura se le atribuyen principalmente a la actividad fotosintética de las microalgas presentes en el ambiente acuático del ecosistema.

Aunque (DRC) es el sitio de mayor emisión de CO_2 a la atmósfera con $1.24 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, se encuentra por abajo de los valores reportados por Picek et al. (2007), quienes registraron valores de 4 a $309 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ para un humedal construido con flujo subsuperficial horizontal plantado con *Phragmites australis*.

Por su parte, Mendoza et al. (2013) en la laguna de Chautengo reportó valores de CO_2 emitido de $1.05 \text{ mg/m}^2/\text{h}$, mientras que para la laguna de Tres Palos fue de $0.045 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$; de tal forma, en este estudio se registró un valor promedio anual de emisión/captura de $0.49 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ en la laguna de Coyuca, por lo que también con respecto al CO_2 , presenta un comportamiento intermedio en comparación de lagunas estudiadas.

Se recomienda seguir el monitoreo de la emisión/captura de CH_4 y CO_2 en los ecosistemas acuáticos costeros para vigilar su comportamiento. Además es necesario desazolvar la parte Este de la laguna, particularmente en El Embarcadero (EMB) y la zona de mangle (MAN), donde se encuentra la mayor cantidad de materia orgánica acumulada, para reducir la cantidad de emisión de CH_4 que el ecosistema produce de manera natural.

Ante las posibles repercusiones del cambio atmosférico y climático, una gran atención se le debe prestar a los ecosistemas acuáticos como potenciales emisores naturales de CH_4 y sumideros del exceso de CO_2 emitido por la actividad humana, que permita la preservación de un recurso común tan importante para la vida como es la atmósfera.

Agradecimientos

A la Dra. Telma Castro Romero, a la Dra. Ma. de la Luz Espinoza Fuentes y al Quím. José Manuel Hernández Solís del grupo de Aerosoles Atmosféricos del CCA-UNAM por las facilidades brindadas para la lectura de las muestras.

Referencias

- Allen, D.E., Dalal, R.C., Rennenberg, H., Meyer, R.L., Reeves, S., Schmidt, S. (2007). Spatial and temporal variation of nitrous oxide and methane flux between subtropical mangrove sediments and the atmosphere. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 622 – 631.
- Arah, J.R.M., Stephen, K.D. (1998). A model of the processes leading to methane emission from peatland. *Atmospheric Environment*, 32(19), 3257 – 3264.
- Cheng, X., Peng, R., Chen, J., Luo, Y., Zhang, Q., An, S. y Li, B. (2007). CH₄ and N₂O emissions from *Spartina alterniflora* and *Phragmites australis* in experimental mesocosms. *Chemosphere*, 68, 420-427.
- Contreras, F. (1993). *Ecosistemas costeros mexicanos.*, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México. UAM-I. p. 415.
- García-Sánchez, I. J. (2013). 5° Informe del IPCC. La Certeza de Una Herencia. El Calentamiento Global. Obtenido de: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2013/DIEEEA51-2013_CertezaCalentamientoGlobal_IJGS.pdf. 15/06/2014.
- Hernández M. E. (2010). Suelos de Humedales como Sumideros de Carbono y Fuentes de Metano. *Terra Latinoamericana* 28 (2), 139-147.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2002). Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. PNUMA. 93p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). Cambio Climático Base de la Ciencia Física. WGI Technical Support Unit. University of Bern Suiza.
- Mendoza-Mojica M., Martínez A., Espinoza Ma. De la L. Peralta O. y Castro T. (2013). Caracterización de dos lagunas costeras del pacífico tropical mexicano en relación con el contenido de carbono y la captura y emisión de CH₄ y CO₂. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 29 (2), 145-154.
- Monreal, P.A. (1991). *Evaluación de la concentración de la clorofila a fitoplanctónica estacional en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, utilizando técnicas hidrobiológicas y de percepción remota.* Tesis de licenciatura, UNAM, Mexico D.F., Mexico. p. 175.
- Organización Meteorológica Mundial (2013). El estado del Clima Mundial 2001-2010. Un Decenio de Fenómenos Climáticos Extremos. No. 1119. Informe Resumido. Suiza, p. 20. Obtenido de: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1119_es.pdf. 12/02/2015.
- Ortiz-Llorente M. J., Álvarez-Cobelas, M. (2012). Comparison of Biogenic Methane emissions from unmanaged Estuaries, Lakes, Oceans, Rivers and Wetlands. *Atmospheric Environment*.
- Picek T.; Čížková H. y Dušek J. (2007). Greenhouse gas emissions from a constructed wetland—Plants as important sources of carbon. *Ecological Engineering*, (31), 98–106. 69.
- Radford, T. (2014). Los humedales y las emisiones de metano. *The Ecologist ENN*. Obtenido de: http://www.enn.com/top_stories/article/47208/print. 13/02/2015.
- Tovilla-Hernández, C.; Mora-Corro S. A.; Rojas-García J. y Vázquez-Lule A. D. (2009). Caracterización del sitio de manglar Coyuca – Mitla. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/PS22_Coyuca_Mitla_caracterizacion.pdf. 03/10/2014.
- Zhu, N. An, P., Krishnakumar B., Zhao, L, Mizouchi M. e Inamori Y. (2007). Effect of plant harvest on methane emission from two constructed wetlands designed for the treatment of wastewater. *Environ Manage*, 85 (4), 936-43.



Precursores de terremotos en las brechas sísmicas de Acapulco, Guerrero, México

Alejandro H. Ramírez Guzmán^{1*}

Oscar Talavera Mendoza¹

Elvia Díaz Villaseñor¹

¹ Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ciencias de la Tierra. Ex-hacienda San Juan Bautista. AP. 197. C. P. 40323. Taxco el Viejo, Guerrero, México. Tel: +52(762) 622 0741

Resumen

La parte central del Estado de Guerrero en la Costa del Pacífico de México, está caracterizada por la actividad sísmica relacionada con la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa de Norteamérica. En esta zona se escogieron cuatro grupos de manantiales para el estudio de variaciones de la composición iónica e isotópica, relacionadas con sismos ocurridos en la región. Se hicieron análisis químicos e isotópicos en cuatro manantiales de en la costa del Estado de Guerrero cerca de Puerto de Acapulco. El monitoreo "hidro-sísmico" se realizó durante 75 semanas (1.5 años). Durante este período ocurrieron en las cercanías de Acapulco 119 sismos con $3.8 \leq M \leq 5.3$. Los datos de monitoreo muestran anomalías en dos manantiales en Cl , SO_4 , δD y $\delta^{18}O$, que exceden 2σ de la serie de datos y la precisión del método con picos positivos, generados ante la ocurrencia de sismos, cuyas localizaciones epicentrales son cercanas a la localización del manantial. Se demuestra que dos manantiales son sensibles a la actividad sísmica y podrían ser utilizados en futuro para el estudio de precursores hidrogeoquímicos de sismos de gran magnitud, con epicentros cercanos a Acapulco. Los cambios de concentración de aniones mayores son soportados por el cambio isotópico de deuterio y oxígeno -18 en las mismas muestras, lo evidencia que los estados de esfuerzos sísmicos provocan la mezcla de acuíferos y por lo tanto cambios que pueden utilizarse como precursores sísmicos.

Palabras clave: composición iónica, composición isotópica, gap sísmico, manantiales termales, precursores hidro-sísmicos

Abstract

Central area of the State of Guerrero at the Pacific Coast of Mexico is characterized by seismic activity related to subduction of the Cocos Plate, under the North American Plate. In this zone, four groups of springs were chosen for the study of variations of the ionic and isotopic composition, related to earthquakes occurred in the region. Chemical and isotopic analyzes were performed at four springs at the coast of the State of Guerrero near Acapulco Port. The "hydro-seismic" monitoring was performed across 75 weeks (1.5 years). On this period 119 earthquakes with $3.8 \leq M \leq 5.3$ occurred in the vicinity of Acapulco. The monitoring data show anomalies in two sources in Cl , SO_4 , δD and $\delta^{18}O$, exceeding 2σ of the data series and the accuracy of the method with positive peaks, generated in the presence of earthquakes, whose epicentral locations are close to the location Of the spring. It is shown that two springs are sensitive to seismic activity and could be used in the future for the study of hydrogeochemical precursors of earthquakes of great magnitude, with epicenters near Acapulco.

Como citar el artículo:

Ramírez Guzmán, A. H., Talavera Mendoza, O. y Díaz Villaseñor, E. (2016). Precursores de terremotos en las brechas sísmicas de Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 7(2), 55-59.

The changes in concentration of major anions are supported by the isotopic change of deuterium and oxygen -18 in the same samples, evidence that the states of seismic stresses cause the mixing of aquifers and therefore changes that can be used as seismic precursors. Keywords: ionic composition, isotopic composition, seismic gap, thermal springs, hydro-seismic precursors .

Keywords: Ionic composition, isotopic composition, seismic gap, thermal springs, hydro-seismic precursors

Introducción

La Tierra está dividida en 12 grandes porciones litosféricas denominadas Placas Tectónicas, las cuales se mueven lentamente con direcciones relativas entre sí. Los esfuerzos acumulados entre los límites de las placas dan origen a fallas geológicas relacionadas con la geografía de los terremotos, que son causados por el desplazamiento repentino de las placas, que generan ondas mecánicas (sísmicas) que se desplazan a través de las rocas, transmitiendo el movimiento sísmico a grandes distancias del epicentro.

El viaje de las ondas sísmicas se atenúa con la distancia; sin embargo, en algunas cuencas rellenas con sedimentos sin consolidar, la amplificación de las ondas causa daños a las obras civiles localizadas a cientos de kilómetros de donde se origina el sismo.

Antes de que un sismo ocurra, se generan cambios físicos progresivos que tienen lugar en un largo periodo de tiempo, conocido como etapa de preparación y/o nucleación. Estos cambios en los patrones de esfuerzos están

acompañados por cambios físicos y químicos de la Tierra; por lo tanto, los precursores sísmicos son señales anómalas de cambios geológicos que ocurren antes un gran sismo (Terremoto).

Diariamente en los límites de fallas se generan cientos de sismos, los cuales en su mayoría son menores a 4 grados de magnitud Mw. Este movimiento es imperceptible para los humanos; sin embargo, los equipos diseñados para medir y localizar dichos eventos (Sismógrafos) registran la sismicidad denominada de fondo.

Los llamados “gaps sísmicos” o “brechas sísmicas” son regiones litosféricas, donde los tiempos de recurrencia de grandes sismos no se conoce con precisión; sin embargo, la ocurrencia de grandes sismos tiene lugar en esa zona litosférica.

El gap de Guerrero se localiza al noroccidente de Acapulco y presenta el potencial sísmico más alto de toda la república mexicana. El último sismo de gran magnitud ocurrió en 1911, con magnitud Mw 7.9 (Singh y Mortera,

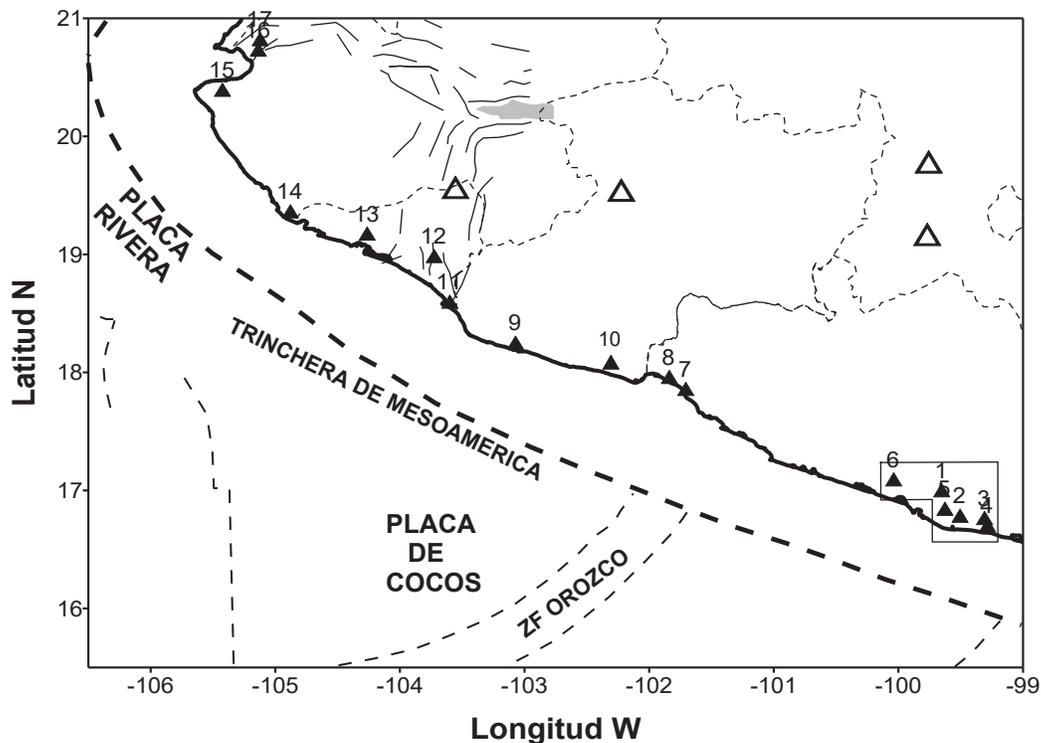


Figura 1. Manantiales termales de la costa del Pacífico de México. Los triángulos menores rellenos representan manantiales termales. Los manantiales 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son los manantiales relacionados con las brechas sísmicas de Acapulco (1, 2, 3, 4, 5). El manantial 6 se encuentra dentro de la bracha sísmica de Guerrero

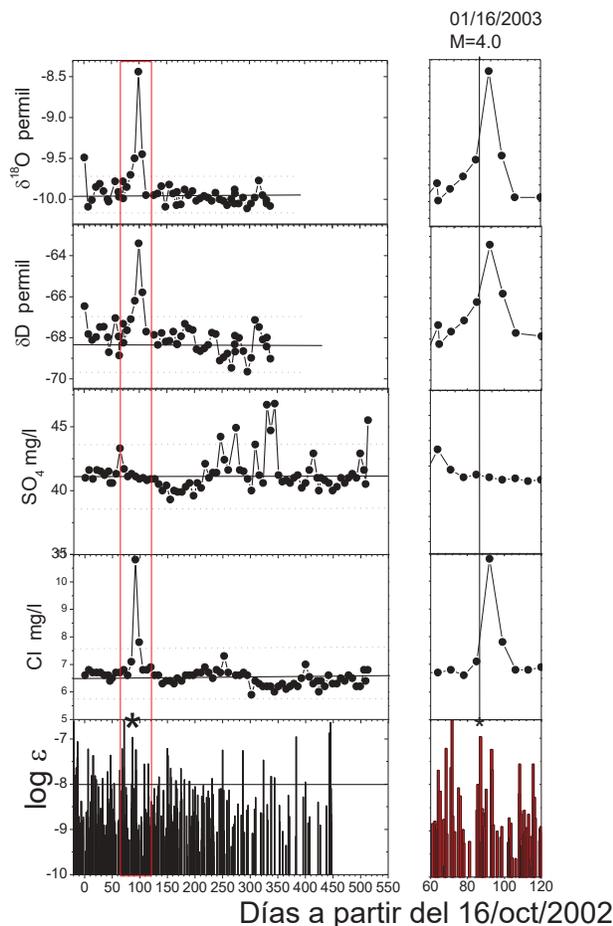


Figura 2. Series de tiempo de Cl , SO_4 , δD , $\delta^{18}O$ para el Manantial Dos Arroyos. La línea continua representa la media aritmética, mientras que la línea punteada es el intervalo 2σ .

1982; Nishenko y Singh 1987). Otra zona con alto potencial de ruptura es la Brecha sísmica de Acapulco, en donde uno de los sismos más fuertes registrados ocurrió el 28 de julio de 1957, con magnitud $M_b=7.6$. Este sismo fue el último evento de gran magnitud ocurrido en esta área. Dos sismos ocurrieron en 1962 y en 1989 sin que la energía liberada fuera suficiente para llenar la brecha sísmica de Acapulco.

Entre las técnicas usadas por las investigaciones de precursores sísmicos se encuentra la geoquímica de fluidos la cual ha proporcionado señales de alta calidad. Toutain y Baubron (1997) reportan anomalías de ion cloruro 5 días antes de la ocurrencia de un sismo de $M_L = 5.2$, ocurrido en la parte este de los Pirineos en Francia; esta anomalía se extendió de 10 a 13 días después del sismo. Las anomalías del ion cloruro se caracterizaron por concentraciones superiores al 36 % con respecto a los valores de fondo registrados en el área. Este precursor químico fue atribuido a los cambios de esfuerzo presísmico, el cual indujo la mezcla hidrogeoquímica de diferentes acuíferos. Otra técnica utilizada es la de ultra-trazas e isotopos de plomo utilizada por Poitrasson, Dundas, Toutain, Munoz y Rigo (1999) y evi-

enció para este mismo sismo, que la anomalía de plomo fue 10 veces más elevada con respecto a los valores de fondo y 30 veces más intensas que la anomalías del ion cloruro.

En el terremoto Kobe en Japón se observaron concentraciones anómalas en iones de cloruro y sulfatos en el agua subterránea localizados en dos pozos cercanos al epicentro del terremoto (Tsunogai y Wakita 1995). Las concentraciones de estos iones aumentaron por encima del valor de fondo; también se observó un incremento inusual en la descarga dos meses antes del sismo principal.

Las dos brechas sísmicas: la de Acapulco y la del Guerrero tienen una longitud aproximada de 230 km; sí, este segmento se rompiera completamente, el sismo podría alcanzar una magnitud de $M_w \sim 8.2-8.4$ (Singh and Mortera, 1991).

En la región donde se encuentran las brechas sísmicas de Guerrero y Acapulco, se localizan manantiales 6 grupos de manantiales (véase figura 1) termales ($37-42^\circ C$) con baja salinidad (< 350 mg/l) y pHs alcalinos (9.5-10). Los gases presentes en burbujas son casi 100% nitrógeno y presentan altas concentraciones de He enriquecido con Helio radiogénico. La actividad hidrotermal se relaciona con aguas meteóricas de baja temperatura, producidas por el calentamiento en su descenso a través de fracturas profundas con relación agua/roca alta (Ramírez-Guzmán, Taran, Bernard, Cienfuegos y Morales, 2005).

Los manantiales termales de la costa de Guerrero se han utilizado para observar las variaciones geoquímicas relacionadas con los sismos que ocurren en la región. Taran, Ramirez-Guzman, Bernard, Cienfuegos y Morales (2005) realizaron análisis químicos e isotópicos en cuatro manantiales de en la costa del Estado de Guerrero, cerca de Puerto de Acapulco (véase figura 1). El monitoreo "hidrosísmico" se realizó durante 75 semanas (1.5 años 2003-2004). Durante este período ocurrieron en las cercanías de Acapulco 119 sismos con $3.8 \leq M \leq 5.3$. En la figura 1 se pueden observar los datos de monitoreo que muestran anomalías solamente en dos manantiales: Dos Arroyos al Norte de Acapulco (manantial 1) y Paso Real al Norte de Coyuca de Benítez (manantial 6)

Metodología

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de química analítica del Instituto de Geofísica de la UNAM. Los análisis de iones Cl , SO_4 del monitoreo continuo semanal fueron realizados usando un sistema de cromatografía iónica con un equipo Metrohm 750, la concentración de HCO_3 fue analizada por medio de titulación con 0,05 N de HCl . El Na y K fueron analizados por espectrometría de flama, mientras que el Ca y Mg por espectroscopia de absorción atómica. La composición isotópica se realizó por el personal del Laboratorio de Espectrometría de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM y fue determinada usando un equipo Finnigan Delta Plus XL con analizador de elemento termo químico (TC/EA) y automuestreador GC PAL.

De los seis grupos de manantiales localizados en la parte sureste del estado de Guerrero se realizó el monitoreo semanal a los manantiales Coacoyul, Tamarindo, Dos Arroyos y Paso Real. En los cuatro sitios de muestreo se contactó con personas que vivieran cerca de los manantia-

les, pagándoles la recolección con la finalidad de que exista un seguimiento por parte de los operadores. Se acordó recolectar dos botellas de agua el día miércoles de cada semana, si no fuera posible recolectar el día indicado se procedería a tomar la muestra un día antes o un día después, anotando en una libreta el día que no fue posible tomar las muestras. La recolección de muestras se llevó a cabo de octubre de 2002 a marzo de 2004, el horario establecido es de 10 a 11 a.m. Se dejaron suficientes botellas etiquetadas con la fecha y nombre de la estación (aniones). Las botellas fueron prelavadas con ácido nítrico y enjuagadas abundantemente con agua destilada. El volumen de cada muestra fue de 125 ml.

Resultados y Discusión

Los datos de monitoreo muestran anomalías en los manantiales Dos Arroyos y Paso Real (manantiales 1 y 6); en Cl , SO_4 , δD y $\delta^{18}O$, que exceden 2σ de la serie de datos y la precisión del método con picos positivos (véase la figura 1).

Las anomalías en la composición del agua de los manantiales Dos Arroyos y Paso Real, no están relacionadas entre sí; ni con los manantiales Coacoyul y Tamarindo, debido a que las respuestas de los iones ante los sismos no se observan en todos los manantiales a pesar de su cercanía. Posiblemente un componente de agua que se mezcla proviene del la parte más profunda y que interactúa con los flujos que alimentan a cada manantial en particular. Esta observación apoya que la mezcla fue provocada por la ocurrencia de un sismo con localización epicentral similar a la localización de los manantiales.

Cinco sismos con magnitud $M \sim 4$ ocurrieron en un radio de 10 km a partir del manantial Dos Arroyos y únicamente la localización epicentral de uno de los sismos (11 de enero de 2003) coincide con la anomalía hidroquímica registrada el 15 de enero de 2003.

La anomalía registrada en el Manantial Dos Arroyos es significativa, ya que la concentración del cloruro se incrementa el 62 % con respecto del nivel base, el día 15 de enero de 2003 (véase figura 2). En el ión sulfato también presenta respuesta similar, sin embargo no rebasó la desviación 2σ de los datos.

El enriquecimiento de isótopos pesados en el Manantial Dos Arroyos coincide con el incremento de las concentraciones del ión cloruro para el día 15 de enero de 2003. La anomalía también fue identificada en el deuterio con un cambio del -7 ‰, variando del promedio de $\delta D = -68.0 \pm 1‰$ a $\delta D = -63.4 ‰$. Para el oxígeno 18 la variación fue de -1.5 ‰ del promedio de $\delta^{18}O = -9.9 \pm 0.2 ‰$ a $\delta^{18}O = -8.5 ‰$. El tiempo en el que se recupera el nivel base de iones e isótopos en el Manantial Dos Arroyos es de tres semanas (véase figura 2).

Dos sismos con $M = 3.7$ y $M = 4$, que ocurrieron el 11 y 16 de enero de 2003 tuvieron profundidades de 26 y 18 km, con coordenadas epicentrales cercanas al manantial Dos Arroyos. Estos sismos fueron los únicos que ocurrieron en este mes con distancias epicentrales < 10 km al Manantial Dos Arroyos.

Si consideramos los cambios químicos ocurridos en el Manantial Dos Arroyos que se registraron el 15 de enero del 2003, cuyo sismo ocurrió el 11 de enero del mismo año, así como la unidad de muestreo (1 semana), no se

puede distinguir si la anomalía ocurrió simultáneamente con el sismo o si los cambios fueron 1, 2, 3 y/o 4 días después de la ocurrencia del mismo. Con la unidad del tiempo del muestreo solamente se puede decir que los manantiales son sensibles a sismos con magnitud 4 y distancias hipocentrales de < 10 km.

Para el Manantial Paso Real, ocurrieron seis sismos con magnitud $M \sim 4$, en un radio de 10 km y únicamente la localización epicentral de uno de los sismos (18 de septiembre de 2003) coincide con la anomalía hidroquímica registrada el 22 de septiembre de 2003.

La anomalía química fue registrada en el Manantial Paso Real en el ión sulfato, incrementándose 16 % con respecto a la media aritmética; en el ión cloruro también se registra un incremento del 9 %, el día 22 de septiembre de 2003. Para este mismo día se registró variación de 2 % en $\delta^{18}O$ con respecto al valor medio de los datos. En el deuterio la variación no rebasó 2σ del total de las muestras; pero presentó una tendencia de incremento similar a las anomalías registradas en los iones cloruro, sulfatos y oxígeno 18.

La mayoría de los sismos ocurridos en las inmediaciones del Manantial Paso Real son someros y algunos presentan distancias epicentrales < 30 km, con $M \sim 4$. En las inmediaciones del Manantial Paso Real ocurrieron solamente 6 sismos con distancias de 10 ± 5 km. Los cambios en su composición química registrada en el Manantial Paso Real el día 22 de septiembre de 2003, pueden relacionarse con la ocurrencia de un sismo de subducción de $M = 4.1$ (17.05 N; 100.02 W), ocurrido el 18 de septiembre de 2003 a 10 ± 5 km del manantial (17.08 N; 100.06 W), con hipocentro de ~ 18 km de profundidad.

Se esperaría que el comportamiento de las anomalías en los distintos manantiales fuera similar ante la ocurrencia de un sismo; sin embargo, esto no fue observado. En el Manantial Dos Arroyos se identificaron anomalías simultáneas de Cl , δD y $\delta^{18}O$; mientras que en el Manantial Paso Real se identificaron anomalías en SO_4 y en Cl , sin que en los isótopos estables se observara variación significativa.

Se evidencia que el sitio con mayor potencial para el estudio de señales hidro-sismológicas es el Manantial Dos Arroyos, debido a la estabilidad de los resultados registrados en los iones cloruro y sulfato así como en los isótopos δD y $\delta^{18}O$. Con base en los datos obtenidos, se evidencia que la unidad de tiempo utilizada para el monitoreo hidro-sismico podría no ser la adecuada para la observación de cambios en la escala de una semana, así mismo, se evidencia que existen cambios de aniones lo cual puede ser una forma económica y rápida para monitorear los cambios químicos inducidos por los movimientos tectónicos. Sin embargo, deben reconocerse las características hidrosísmicas con la finalidad de establecer valores de fondo para tener parámetros comparativos del comportamiento geológico presísmico, co-sísmico y post-sísmico.

Agradecimientos

El estudio fue financiado por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, [CONACYT]. Proyecto de investigación No. 0057866.

Referencias

Nishenko, S.P. y Singh, S.K. (1987). Conditional probabilities for recurrence of large and great interplate earth-

- quakes along the Mexican Subduction Zone. *Bulletin of the Seismological Society of America*. 77, 2095 - 2114.
- Poitrason F., S. Dundas, J. Toutine., M. Munoz. y A Rigo. (1999) Earthquake-related elemental and isotopic lead anomaly in a springwater, *Earth and Planetary Science Letters*. 169, 269-276.
- Ramírez-Guzmán A., Taran Y., Bernard R., Cienfuegos E., Morales Pedro. (2005). Variations in the Cl SO₄ dD and d18O in water from thermal springs near Acapulco, Guerrero, Mexico, related to seismic activity. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, TAO*. 16(4), 731-743
- Singh, S. K., Mortera, F. 1991. Source time functions of large Mexican Subduction Earthquakes, morphology of the Benioff Zone, age of the plate and their Tectonic Implications. *Journal of Geophysical Research*. 96, 21487-21502
- Taran Y. A., A. Ramirez-Guzman, R. Bernard, E. Cienfuegos, P. Morales (2005), Seismic-related variations in the chemical and isotopic composition of thermal springs near Acapulco, Guerrero, Mexico. *Journal of Geophysical Research*. 32, 14317.
- Toutain, J. P. y Baubron J.C. (1999). Gas geochemistry and seismotectonics: a review. *Tectonophysics*. 304, 1-27.
- Tsunogai, U. y Wakita H. (1995). Precursory chemical-change in ground water: Kobe earthquake Japan, *Science*, 269, 61-63.