



LACANDONIA

Revista de Ciencias de la UNICACH





Tillandsia nayeliana Ver p. 19



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS

Directorio

Lic. Luis Alfredo Sierra Sánchez
Secretario General encargado de Despacho de la Rectoría

Abogada General
Lic. Beatriz Álvarez Pérez

Secretaria Académica
Dra. Flor Marina Bermúdez Urbina

Directora de Investigación y Posgrado
Dra. María Adelina Schlie Guzmán

Editor responsable
Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts

Director de Extensión Universitaria
Lic. Rosemberg Maldonado Ortiz

Comité Editorial
BIOLOGÍA: Dr. Miguel Ángel Pérez-Farrera, Dr. Gustavo Rivera Velázquez y M. en C. Óscar Farrera Sarmiento
INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte
NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque
PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

Colaboradores

Adriana Caballero Roque, Brianda Guadalupe Rodríguez Molina, Bulmaro Díaz Fonseca, Carlos Alberto Ríos-García, Carlos R. Beutelspacher, Carolina Gómez Hinojosa, Carolina Orantes-García, Daisy Escobar Castillejos, Delva Guichard Romero, Eduardo Alberto Gutiérrez Medina, Enoch Yamil Sarmiento Martínez, Ernesto Castellanos, F.A. Alonso Farrera, F.J. Olguín Coca, Francisco Alonso, Gabriela Palacios Pola, Hugo Alejandro Guillén Trujillo, Hugo Alejandro Nájera-Aguilar, Janio Alejandro Ruiz Sibaja, Janio A. Ruíz S., J.E. Castellanos Castellanos, Jesús Alberto Bautista-Ramírez, J.F. Grajales Marín, José A. Figueroa G., José Alberto Hernández Alcázar, José Alonso Figueroa Gallegos, Juan Cruz, Juan José Muciño Porras, Laura de Jesús Velasco Estrada, L.M. Reynosa Morales, Lucero Sánchez Aguilar, Luis Reynosa, María del Carmen González López, María Silvia Sánchez-Cortés, Miguel Ángel Aguilar Suárez, Moisés Nazar, Oscar Farrera Sarmiento, Paulina Ayvar Ramos, Pedro Vera-Toledo, Rebeca Isabel Martínez-Salinas, Roberto García-Martínez, Rodolfo Mundo Velásquez, Rosana Santiago García, Rubén Fernando Gutiérrez-Hernández, Sandra López Reyes, Susana del Carmen Bolom Martínez, Susana Guadalupe Zea Caloca, Viviana Cruz Alfaro, William Ramiro Gamboa Luna, Zoily Mery Cruz Sánchez.

Jefe de oficina editorial: Ricardo Garcías Robles
Diseño y formato: Salvador López Hernández
Diseño de portada: Manuel Cunjamá

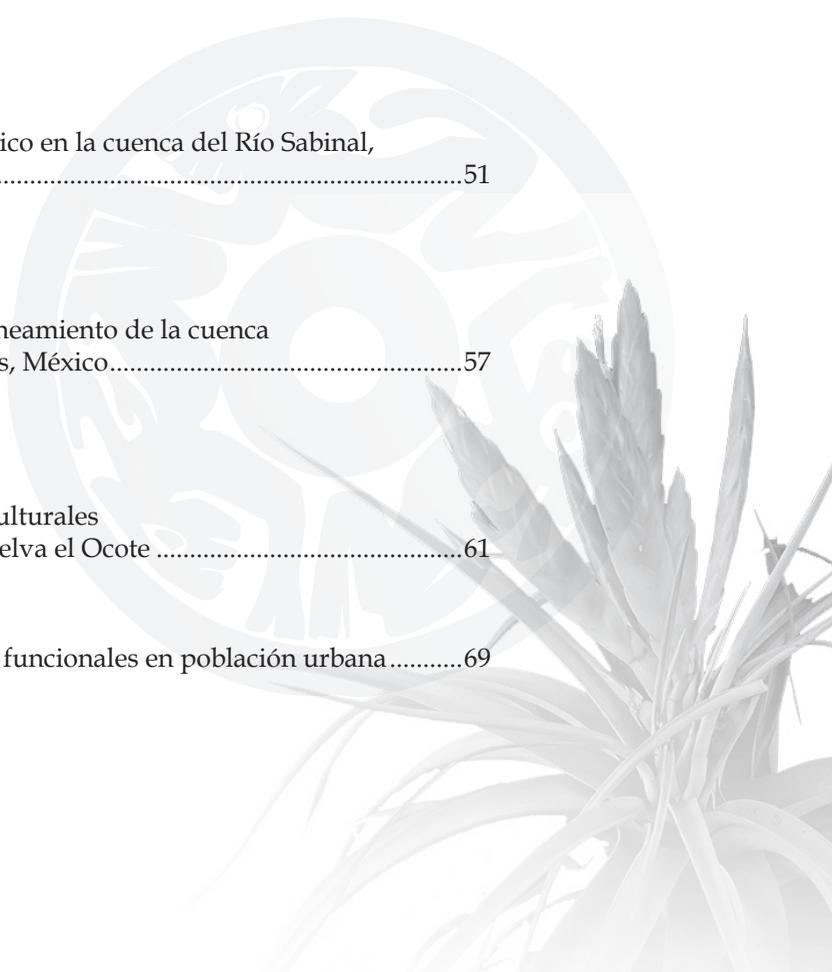
El contenido de los textos es responsabilidad de los autores.
Costo \$ 70.00 m.n.

Revista *Lacandonia*, año 11, vol. 11, núm. 1, enero-junio de 2017, es una publicación semestral editada por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas a través de la Dirección de Extensión, edificio de Rectoría. 1a. Sur Poniente núm. 1460, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tel. 01 (961) 61 7 04 00 extensión 4040, editorial@unicach.mx.

Editor responsable: Dr. Carlos Rommel Beutelspacher Baigts. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-120712081500-102, ISSN: 2007-1000. Impresa por Talleres de Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V. Municipio Libre 175, Nave Principal, col. Portales, Del. Benito Juárez, México D.F., C.P. 03300. Tel. (55) 5-605-81-75 este número se terminó de imprimir en diciembre de 2016 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Primer registro de <i>Agave lophantha</i> Schiede (Asparagaceae), para Chiapas, México	7
<i>Carlos R. Beutelspacher</i> <i>Roberto García-Martínez</i>	
Orquídeas en huertos familiares de Pantelhó, Chiapas, México	11
<i>José Alberto Hernández Alcázar</i> <i>Oscar Farrera Sarmiento</i> <i>Carlos R. Beutelspacher</i>	
Una nueva especie de <i>Tillandsia</i> L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) de Chiapas, México	19
<i>Roberto García-Martínez</i> <i>Carlos R. Beutelspacher</i>	
Universidad, Salud y Ambiente: la innovación para el desarrollo sustentable Congreso UHE 2016.....	31
Regionalización de precipitaciones máximas en 24 horas en la Región Hidrológica número 23 Costa de Chiapas.....	33
<i>Miguel Ángel Aguilar Suárez</i> <i>Delva Guichard Romero</i> <i>Juan José Muciño Porras</i>	
Análisis experimental de la capacidad a compresión y carga de paneles elaborados con concreto ligero reciclado	47
<i>Francisco Alonso</i> <i>Luis Reynosa</i> <i>Ernesto Castellanos</i> <i>Moisés Nazar</i> <i>Juan Cruz</i>	
Evidencias del cambio climático en la cuenca del Río Sabinal, Chiapas, México	51
<i>José A. Figueroa G.</i> <i>Daisy Escobar C.</i> <i>Hugo A. Guillén T.</i> <i>Janio A. Ruíz S.</i>	
Modelo de gestión para el saneamiento de la cuenca Cañón del Sumidero, Chiapas, México.....	57
<i>Sandra López Reyes</i> <i>Carolina Gómez Hinojosa</i> <i>Rodolfo Mundo Velásquez</i> <i>Eduardo Alberto Gutiérrez Medina</i>	
Experiencias educativas bioculturales en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote	61
<i>María del Carmen González López</i> <i>Rosana Santiago García</i>	
Apreciación de los alimentos funcionales en población urbana	69
<i>Viviana Cruz Alfaro</i> <i>Gabriela Palacios Pola</i> <i>Adriana Caballero Roque</i> <i>Susana Guadalupe Zea Caloca</i>	



Aprovechamiento de sobrantes de papaya en subproductos alimentarios75 <i>Susana del Carmen Bolom Martínez</i> <i>Paulina Ayvar Ramos</i> <i>William Ramiro Gamboa Luna</i>	
Optimización de riego mediante el uso de energía Solar81 <i>Laura de Jesús Velasco Estrada</i> <i>Zoily Mery Cruz Sánchez</i> <i>Enoch Yamil Sarmiento Martínez</i> <i>Bulmaro Díaz Fonseca</i>	
Tratamiento de lixiviados en biorreactores empacados con materiales estabilizados85 <i>Jesús Alberto Bautista-Ramírez</i> <i>Hugo Alejandro Nájera-Aguilar</i> <i>Rebeca Isabel Martínez-Salinas</i> <i>Pedro Vera-Toledo</i> <i>Rubén Fernando Gutiérrez-Hernández</i> <i>Daisy Escobar-Castillejos</i>	
Implementación de huerto urbano para mejorar el estado nutricional de mujeres91 <i>Adriana Caballero Roque</i> <i>Brianda Guadalupe Rodríguez Molina</i> <i>Lucero Sánchez Aguilar</i> <i>Daisy Escobar Castillejos</i>	
Análisis de la sustentabilidad del concreto hidráulico usando energía97 <i>L.M. Reynosa Morales</i> <i>H.A. Guillén Trujillo</i> <i>F.A. Alonso Farrera</i> <i>J.F. Grajales Marín</i> <i>J.E. Castellanos Castellanos</i> <i>F.J. Olguín Coca</i>	
Uso del árbol <i>Licania arborea</i> y su historia local en el ejido Sinaloa, Jiquipilas, Chiapas103 <i>Carlos Alberto Ríos-García</i> <i>Carolina Orantes-García</i> <i>María Silvia Sánchez-Cortés</i>	
Percepciones ambientales en jóvenes universitarios de la licenciatura en Ingeniería Civil109 <i>Daisy Escobar Castillejos</i> <i>Hugo Alejandro Guillén Trujillo</i> <i>José Alonso Figueroa Gallegos</i> <i>Janio Alejandro Ruiz Sibaja</i>	



PRESENTACIÓN



En este undécimo primer número de LACANDONIA se publican los siguientes artículos: “Primer registro de *Agave lophantha* Schiede (Asparagaceae), para Chiapas, México.” Carlos R. Beutelspacher y Roberto García-Martínez, “Orquídeas en huertos familiares de Pantelhó, Chiapas, México.” José Alberto Hernández Alcázar, Oscar Farrera Sarmiento y Carlos R. Beutelspacher y “Una nueva especie de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) de Chiapas, México.” Roberto García-Martínez y Carlos R. Beutelspacher, cuya imagen utilizamos de portada.

Por otra parte, se incluyen los siguientes artículos, producto del Congreso Universidad-Salud y Ambiente:

“Regionalización de precipitaciones máximas en 24 horas en la Región Hidrológica número 23 costa de Chiapas”, Miguel Ángel Aguilar Suárez, Delva Guichard Romero, y Juan José Muciño Porras, “Análisis experimental de la capacidad a compresión y carga de paneles elaborados con concreto ligero reciclado” de Francisco Alonso, Luis Reynosa, Ernesto Castellanos, Moisés Nazar y Juan Cruz, “Evidencias del cambio climático en la cuenca del río Sabinal, Chiapas, México”. José A. Figueroa G., Daisy Escobar C., Hugo A. Guillén T. y Janio A. Ruíz S., “Modelo de gestión sustentable para el

saneamiento de la Cuenca Cañón del Sumidero”. Sandra López Reyes, Carolina Gómez Hinojosa, Rodolfo Mundo Velásquez y Eduardo Alberto Gutiérrez Medina, “Experiencias educativas bioculturales en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote. Avances de investigación”. María del Carmen González López y Santiago García Rosana, “Apreciación de los alimentos funcionales en población urbana”. Viviana Cruz Alfaro, Gabriela Palacios Pola, Adriana Caballero Roque y Susana Guadalupe Zea Caloca, “Aprovechamiento de sobrantes de papaya en subproductos alimentarios”. William Ramiro Gamboa Luna, Susana del Carmen Bolom Martínez y Paulina Ayvar Ramos, “Optimización de riego mediante el uso de energía solar”. Laura de Jesús Velasco Estrada, Zoily Mery Cruz Sánchez, Juan José Tevera Mandujano y Manuel de Jesús Moguel Liévano, “Tratamiento de lixiviados en biorreactores empacados con materiales estabilizados”. Hugo Alejandro Nájera Aguilar, Jesús Alberto Bautista Ramírez, Grecia Yamilet Lozano Caballero, Rebeca Isabel Martínez Salinas, Rubén Fernando Gutiérrez Hernández y Daisy Escobar Castillejos, “Implementación de huerto urbano para mejorar el estado nutricional de mujeres”. Adriana Caballero Roque, Brianda Guadalupe Rodríguez Molina, Lucero Sánchez Aguilar y Daisy

Escobar Castillejos, “Análisis de la sustentabilidad del concreto hidráulico, usando energía”. L.M. Reynosa Morales, H.A. Guillén Trujillo, F.A. Alonso Farrera, J.F. Grajales Marín, J.E. Castellanos Castellanos y F.J. Olgún Coca, “Uso del árbol *Licania arborea* y su historia local en el ejido Sinaloa, Jiquipilas, Chiapas”. Carlos Alberto Ríos-García, Carolina Orantes-García y María Silvia Sánchez-Cortés, “Percepciones ambientales en jóvenes universitarios de la licenciatura en Ingeniería Civil”. Daisy Escobar Castillejos, Hugo Alejandro Guillén Trujillo, José Alonso Figueroa Gallegos y Janio Alejandro Ruiz Sibaja, “Optimización de riego mediante el uso de energía solar”. Laura de Jesús Velasco Estrada, Zoily Mery Cruz Sánchez, Juan José Tevera Mandujano y Manuel de Jesús Moguel Liévano.

CARTELES

El Rey Escorpión. Aremy del Carmen Castellanos-Solís y Brianda Itzel Ynteriano-Cruz.

Hello, jaguar you? Ana Luis Yunuen Castillo-Rodríguez, Daniela Cruz-Espinosa, Karla Natividad Espinoza Hernández y Maritza Tawas Penagos.

La nauyaca de los Altos. Sergio Coutiño-Núñez y Victor Armando Moreno-Avenidaño.

Mammillaria hernandezii Glass & R.C. Foster. Cruz Natividad.

Carlos R. Beutelspacher

Primer registro de *Agave lophantha* Schiede (Asparagaceae), para Chiapas, México

Carlos R. Beutelspacher¹

Roberto García-Martínez¹

¹ Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

RESUMEN

Se registra por primera vez para Chiapas *Agave lophantha* Schiede (Asparagaceae), conocida anteriormente para Texas, en el sur de los Estados Unidos, y para los estados mexicanos de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

Palabras clave: bosque de *Quercus*, rupícola, primer registro, Comitán.

ABSTRACT

Agave lophantha Schiede (Asparagaceae) is recorded for the first time for Chiapas, previously known from Texas in the southern United States, and the Mexican states of Coahuila, Hidalgo, Nuevo Leon, Queretaro, San Luis Potosi, Tamaulipas and Veracruz.

Key words: *Quercus* forest, lithophytic, first record, Comitán.

INTRODUCCIÓN

Dentro de una serie de prospecciones realizadas por la geografía chiapaneca para la realización de *La flora ilustrada de Chiapas* (Beutelspacher, inédito), se encontraron en las cercanías del centro arqueológico de Tenám Puentes, en Comitán, Chiapas, una población importante de magueyes de hojas erguidas y color verde oscuro, los cuales al ser estudiados, correspondieron a *Agave lophantha* Schiede, una especie conocida anteriormente para localidades del sureste de los Estados Unidos y los estados colindantes a la costa del Golfo de México (Gentry, 1982; Breedlove, 1986, García-Mendoza 1994, Reyes-García y Sousa, 1997 y Villaseñor 2016); por lo que en este estudio, se registra e ilustra por primera vez para Chiapas.

Agave lophantha Schiede

Linnaea 4 (4): 582 (1829)

Sin. *Agave univittata* Haw., Phi. Magh. 10: 415 (1831)

Agave heteracantha Zucc., Act. Acad. Caes. Leop. Carol. 16 (2): 675 (1833?)

Agave vittata Regel, Gartenflora 7: 312 (1858)

Agave mezortillo Hort.

DESCRIPCIÓN

(Adaptada de Gentry, 1982)

Rosetas pequeñas, radiales, solitarias o agrupadas, 30 a 60 x 50 a 100 cm, las plantas viejas a veces con tallos visibles; hojas numerosas, generalmente de 30-70 x 3-5 cm, de color verde oscuro, con o sin franja media pálida, lineal a lanceolada, más bien delgada, flexible, engrosadas hacia la base y redondeada abajo, plana a cóncava encima; los bordes coriáceos, ondulados o crenados, los dientes solos u ocasionalmente dobles en crestas abiertas anchas, rectos o medianamente recurvados, delgados, la mayoría entre 4 a 8 milímetros de largo y separadas por uno o dos cm; inflorescencias, esbeltas, hasta de tres m de altura, con flores en la mitad superior del eje, solas o pareadas en pedicelos individuales o dicotómicamente ramificados de 5 a 10 mm de largo, o en racimos de 3 a 7 en pedúnculos laterales cortos; flores de color gris claro grisáceo, verde a amarillo, de 35 a 47 mm de largo; ovario fusiforme, de 18 a 22 mm de largo con cuello corto o largo (de 5 a 7 mm) y constreñido; tubo corto, abierto, de 2 a 4 mm de largo, por 8 a 10 mm de ancho; tépalos subiguales, erguidos o ascendentes, de 14 a 20 mm de largo, filamentos redondos erectos persistentes; filamentos de 30 a 45 mm de largo, verdosos o lavanda, extendiéndose, insertados en el nivel de los tépalos interiores en el borde del

tubo; anteras de 15 a 20 mm de longitud, amarillo pálido; cápsulas oblongas, de 18 a 24 x 10 a 12 mm u orbicular 15 a 20 x 12 a 18 mm, sésiles o sobre un estípote corto (2 a 3 mm) delgado; semillas unciformes de 5 a 6 x 3 a 4 mm, las caras con crestas onduladas, los bordes con márgenes elevados. Con frecuencia se observan hijuelos saliendo de la base de la planta madre.

EJEMPLARES EXAMINADOS. CHIAPAS. Municipio de Comitán de Domínguez, a 1.5 km de Tenám Punte, 16° 8'11.59" N, 92° 6'57.40" O, Acahual de Bosque de *Quercus* sp., 1,736 msnm, 27 Mar 2017, C.R. Beutelspacher s/n, R. García-Martínez 126 (HEM).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ECOLOGÍA. (Mapa 1). De acuerdo a los registros conocidos de esta especie, se distribuye desde el sur de los Estados Unidos, y

dentro del territorio mexicano, en los estados de Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, extendiéndose su distribución conocida hasta el estado de Chiapas. Las poblaciones de *A. lophantha* registradas para Comitán, Chiapas, crecen rupícolas, ya sea como plantas solitarias o en grupos de hasta cuatro rosetas pequeñas, y a menudo asociadas a plantas de *Hechtia* sp., en elevaciones superiores a los 1,500 msnm.

AGRADECIMIENTOS

Al biólogo Jerónimo Reyes, del Jardín Botánico de la UNAM, por su valiosa ayuda en la confirmación de la especie, lo mismo al Ingeniero Raúl Trujillo Tovar de Comitán, Chiapas, así como al señor Francisco Pérez de Tuxtla Gutiérrez, por su invaluable ayuda para este proyecto.

LITERATURA CITADA

BEUTELSPACHER B., C.R., Inédito *Flora ilustrada de Chiapas*.

BREEDLOVE, D.E., 1986. *Flora de Chiapas. Listados florísticos de México VI.* Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 246 p.

GARCÍA-MENDOZA, A., 1994. *Agave* L., in *Flora Mesoamericana vol. 06 Alismataceae a Cyperaceae.* UNAM, Missouri Bot. Garden & The Natural History Museum (London).

GENTRY, H.S., 1982. *Agaves of Continental North America.* i-xiv, 1-670. The University of Arizona Press, Tucson.

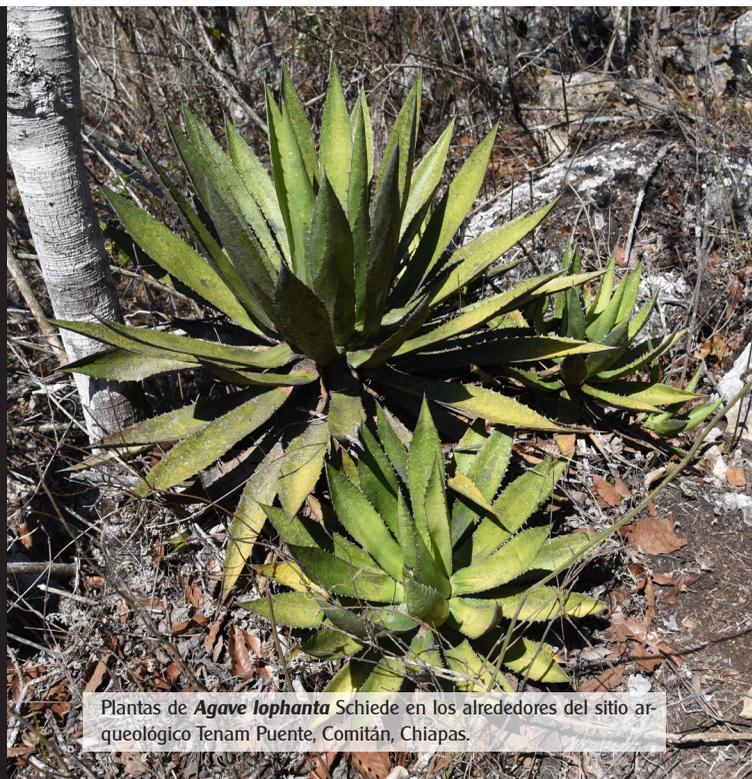
REYES-GARCÍA A. Y M. SOUSA S., 1997. *Listados florísticos de México XVII. Depresión Central de Chiapas. La Selva Baja Caducifolia.* Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

VILLASEÑOR, J.L., 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Rev. Mex. Biodiv.* 87: 559-902.

APÉNDICE



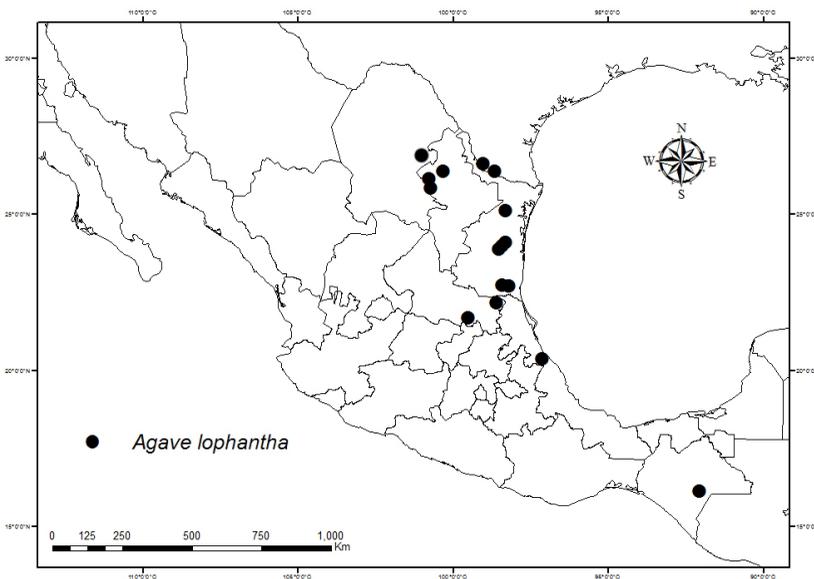
Agave lophanta.



Plantas de *Agave lophanta* Schiede en los alrededores del sitio arqueológico Tenam Puente, Comitán, Chiapas.



Infrutescencia de *Agave lophanta* Schiede.



Distribución geográfica conocida de *Agave lophanta* Schiede.

Orquídeas en huertos familiares de Pantelhó, Chiapas, México

José Alberto Hernández Alcázar¹,

Oscar Farrera Sarmiento¹,

Carlos R. Beutelspacher¹.

¹ Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C. P. 29000, Email: chepeson1993@gmail.com

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre las orquídeas de los huertos de Pantelhó, Chiapas; donde se emplearon entrevistas semiestructuradas con el método bola de nieve. Se documentaron 39 especies de orquídeas, el género más representativo fue *Prostechea* con seis especies, el principal uso es ornato y solo una especie es empleada en la medicina tradicional. A pesar de la urbanización las personas aún conservan este agroecosistema de producción.

Palabras clave: orquídea, huerto familiar, etnobotánica.

ABSTRACT

A study was carried out on the orchids of the orchards of Pantelhó, Chiapas. Where semi-structured interviews were used with the snowball method. Thirty-nine species of orchids were documented; the most representative genus was *Prostechea* with six species; the main use is ornate and only one species is used in traditional medicine. Despite the urbanization, people still have this agroecosystem of production.

Key words: orchid, family orchard, ethnobotany.

INTRODUCCIÓN

Las orquídeas son probablemente las más evolucionadas de todas las plantas vasculares y son un componente muy importante de la biodiversidad a consecuencia de su gran diversidad de especies (Mujica *et al.*, 2000). La principal característica y el ornamento más apreciado de la familia, es la flor (Caneva, 1994), para Chiapas se registran más de 700 especies (Beutelspacher, 2011). En materia de recursos naturales, la domesticación de orquídeas es una práctica conservacionista, ya que permite que las especies se mantengan vivas en el tiempo (González, 1993). Tradicionalmente los huertos familiares son espacios con una alta diversidad de especies vegetales (Herrera, 1994), son tan diversos en cantidad y variedad de especies, tan complejo y variado en estructuras y posibles asociaciones, que presenta características idóneas para considerarse sitios de conservación de germoplasma *in situ* (Jiménez *et al.*, 2004). Vilamajó *et al.* (2011) mencionan que desde el punto de vista social y cultural, el huerto familiar es un reflejo del manejo tradicional de la

biodiversidad, para su conservación y aprovechamiento, con vista a conseguir el desarrollo sostenible.

A pesar de que el uso principal de las orquídeas es el de ornato por sus vistosas flores, los estudios realizados sobre la presencia en huertos familiares en Chiapas son escasos, por este motivo, el objetivo del trabajo es documentar las especies de esta familia botánica que los pobladores de la cabecera incluyen dentro de sus huertos familiares, además, se contribuye a generar información sobre estudios etno-orquídeológicos realizados en el estado.

ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo fue realizado en la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas (figura 1). Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17°00'20" de latitud norte y 92°28'08" de longitud oeste. La cabecera municipal se encuentra en el extremo suroccidental aproximadamente a 1,150 msnm, y el pueblo Aurora Esquipulas, perteneciente a Pantelhó, ubicado en la ladera opuesta del municipio, se encuentra a la misma altura más o menos.

Hacia el sur, el límite con Chenalhó y Cancuc corre, no sobre la cresta de la serranía, si no en algunos cientos de metros más abajo sobre la ladera norte. Hacia el norte, el territorio de Pantelhó únicamente alcanza aproximadamente la mitad de la altura de la imponente sierra tras

la cual se halla Yajalón (Köhler, 1997). Su vegetación se compone de Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino-Encino. Se localizan distintos arroyos, siendo los principales y más conocidos el Chacalhó y Tsibalucum. El clima es templado con lluvias abundantes en verano.

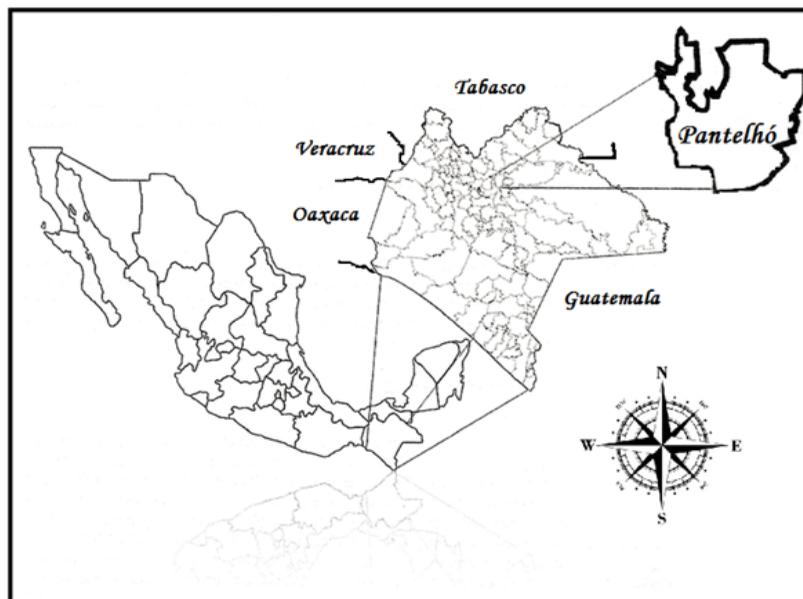


FIGURA 1

Mapa del municipio de Pantelhó, Chiapas.

METODOLOGÍA

Se realizaron visitas semanales en la cabecera municipal de Pantelhó con la duración de dos días cada una (sábado y domingo), durante dos meses (marzo y abril) del año 2016. También entrevistas semiestructuradas a personas del área de estudio para obtener datos como: nombre común, tipo de uso, lugar de adquisición y valor de cambio.

Tomando en cuenta el enfoque cualitativo de este estudio, se consideró la técnica de muestreo bola de nieve (Sandoval, 2002), que consiste en seleccionar un grupo de entrevistados, a quienes después se le solicita que identifiquen a otras personas que pertenezcan a la población meta de interés.

Se hizo la recolección de especies que las personas nos pudieron obsequiar, la técnica de recolección y prensado estuvo basada conforme al manual de Lot y Chiang (1986), la identificación se basó en la comparación con ejemplares de herbario, para esto la herborización se llevó a cabo en el herbario CHIP del Jardín Botánico Faustino

Miranda. También con ayuda de bibliografía especializada (Beutelspacher, 2013), se solicitó a las personas que ubicaran las especies que se encontraban en sus huertos. Finalmente la información se sintetizó en el programa Excell de Microsoft Office 2007, donde mediante conteo se realizó el análisis de datos. Se realizó una revisión a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para determinar que especies se encontraban en alguna categoría de riesgo.

RESULTADOS

Vilamajó *et al.* (2011) mencionan que desde el punto de vista de la conservación, es indudable que la preservación de los recursos genéticos vegetales en los espacios en que han sido seleccionados por generaciones de grupos humanos, es el mecanismo que propicia que la evolución de estas plantas continúe. En este trabajo se documentaron 39 especies de orquídeas presentes dentro de los huertos

familiares de la cabecera municipal de Pantelhó (ver anexo 1), repartidas en 22 géneros, el más abundante en cuanto a especies es *Epidendrum* (6 especies). De acuerdo con Miceli *et al.* (2014) tres de estas especies (*Guarianthe skinneri*, *Oncidium sphacelatum* y *Stanhopea graveolens*) se encuentran dentro de las más empleadas para el cultivo en jardines de casas en México.

Las orquídeas son usadas principalmente como ornato dentro de este agroecosistema, Caneva (1994) afirma que este es el uso más importante de esta familia, por la sofisticada estructura de sus flores, la gran variedad de tamaño, colores y formas (Batty *et al.*, 2002). Solamente una especie tiene un uso medicinal (*Oncidium sphacelatum*), se utiliza para quitar los granos y mezquinos, el pseudobulbo se machaca y se pone en forma de emplasto sobre el área afectada.

La mayoría de las especies tiene un valor de cambio (34 especies), mientras que solo cinco no la tienen, es importante considerar que la comercialización de orquídeas se establece de acuerdo a la demanda y abundancia del recurso (Emeterio-Lara *et al.*, 2016), de la misma manera el 87.17% del recurso es nativo, es decir, lo extraen de la montaña para introducirlo dentro de sus huertos familiares, los lugares de extracción que mencionan son: el cerro la peña, cerro tierra fría, y el cerro tierra caliente, como mencionan Miceli *et al.* (2014) en México es común la recolección de especies silvestres y su cultivo en los jardines de las casas. El 12.82% de este recurso es adquirido del exterior del municipio y por lo tanto son especies que no se encuentran en los lugares de extracción mencionados, llegan a los huertos familiares en forma de obsequios por otras personas o simplemente por la compra en viveros o mercados de otro municipio (San Cristóbal de Las Casas), esto no es raro porque de acuerdo con Naranjo Y Dirzo (2009) en México la extracción de orquídeas silvestres de sus poblaciones naturales para su comercialización en los mercados locales tiene una larga historia.

La mayoría de las especies (28) no tienen un nombre común y la denominan de manera general como “orquídea” y solamente 11 especies si poseen un nombre común, las modificaciones en los nombres que les han

dado a las diversas especies de orquídeas se relacionan con cambios en procesos como la evangelización (Emeterio *et al.*, 2016). Afortunadamente ninguna de las especies encontradas se encuentra en alguna categoría de riesgo, a pesar de las 185 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario oficial de la Federación, 2010). Los pobladores de la cabecera municipal saben reconocer muy bien a las orquídeas e incluso mencionan a una especie (*Sobralia decora*) que para ellos la nombran como la “mera” orquídea (verdadera orquídea). Las personas mencionan la preocupación por la pérdida de este recurso debido a la deforestación por causa del cultivo de café en la zona, e incluso algunas personas se han dado la tarea de recolectar todas las especies posibles de orquídeas para introducir las en el huerto familiar, Vilamajó (2011) afirma que los huertos no solo son reservorios de material genético vegetal, sino también son un reflejo cultural del saber y prácticas tradicionales que las comunidades étnicas y campesinas atesoran con respecto a los ecosistemas colindantes y su contribución a la domesticación de especies. El huerto familiar como agroecosistema de producción nos permitirá en un futuro, si es que no en el presente, la conservación y propagación de especies vegetales, además de contribuir dentro de la economía familiar.

CONCLUSIONES

Se registraron 39 especies de orquídeas presentes en los huertos familiares de la cabecera municipal de Pantelhó, Chiapas, el género más abundante fue *Epidendrum* con seis especies, su uso principal es el ornato y una especie es medicinal. Es aconsejable generar información sobre las orquídeas que la gente posee en sus huertos, para obtener información del grado de manejo que se está llevando a cabo sobre esta familia dentro del estado de Chiapas, y así poder tomar mejores medidas de conservación de estas plantas. Este tipo de estudio ayuda a promover y revitalizar los conocimientos culturales que se han generado a lo largo del tiempo con base en la flora introducida en los huertos familiares.

LITERATURA CITADA

- BATTY, A.L., K.W. DIXON, M.C. BRUNDRETT Y K.K. SIVASITHAMPARAM, 2002. *Orchid conservation and mycorrhizal associations, microorganisms in plant Conservation and Biodiversity*. Dixon y Barret (Eds). Pp. 195-226.
- BEUTELSPACHER, B. C.R., 2013. *Guía de orquídeas de Chiapas*. AMO y autor. 188 p.

- CANEVA, J., 1994.** *Orquídeas, principales géneros y especies. Su cultivo.* Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 230 p.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 2010.** *Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.*
- EMETERIO-LARA A., V. PALMA-LINARES, L.M. VÁZQUEZ-GARCÍA Y J. MEJÍA-CARRANZA, 2016.** Usos y comercialización de orquídeas silvestres en la región sur del estado de México. *Polibotánica 42: 197-214.*
- GONZÁLEZ, L., 1993.** *Introducción al cultivo y manejo de orquídeas (teoría).* Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). San José, CR. 42 p.
- HERRERA-CASTRO, N., 1994.** *Etnoflora yucatanense: los huertos familiares mayas en el oriente de Yucatán.* Fascículo 9. UADY.
- JIMÉNEZ-OSORIO J., M. DEL R. RUENES-MORÁLES Y A.E. AKÉ-GÓMEZ, 2004.** *Mayan home gardens: sites for in situ conservation of agricultural diversity.* In Jarvis D. R., J. L. Chavez y T. Hogkin (Eds). *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm.* IPGRI. Roma. Pp. 9-15.
- KÖHLER, U., 1997.** *El lugar y su entorno.* En: Köhler, U. *Santa Catarina, Pantelhó.* UNICACH. Chiapas, México. Pp. 29-50.
- LOT, A. Y F. CHIANG, 1986.** *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos.* Consejo Nacional de la flora de México. Departamento de Botánica, Instituto de Biología. UNAM.
- MICELI, C., F.A. BORRAZ JONAPA, M.A. CÓRDOBA CUBILLO Y A.H. GUTIÉRREZ, 2014.** *Orquídeas de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México.* Colección Jaguar. UNICACH. 195 P.
- MUJICA, E., R. PÉREZ, J.L. BOCOURT, P.J. LÓPEZ & T.M. RAMOS, 2000.** *Géneros de orquídeas cubanas.* Felix Varela, La Habana, Cuba.
- NARANJO, E.J. Y R. DIRZO, 2009.** *Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna.* En *Capital natural de México, volumen II: estado de conservación y tendencias de cambio.* México. CONABIO. Pp. 247-276.
- SANDOVAL, C., 2002.** *Investigación cualitativa. Programa de especialización teórica, métodos y técnicas de investigación social.* ICFES, Bogotá. 52-67 pp.
- VILAMAJÓ-ALBERDI., M. GISPERT-CRUELLS, M.A. VALDES-GARCÍA, A. GONZÁLEZ-ESQUINCA Y H. RODRÍGUEZ-GONZALEZ, 2011.** Los huertos familiares como reservorios de recursos fotogenéticos arbóreos y de patrimonio cultural en Rayón, México y el Volcán, Cuba. *Etnobiología. 9: 22-36.*

ANEXO

ANEXO 1. LISTADO DE ORQUÍDEAS PRESENTES EN LOS HUERTOS FAMILIARES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE PANTELHÓ, CHIAPAS.

FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE USO	VALOR DE CAMBIO	LUGAR DE ADQUISICIÓN
<i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Brassia verrucosa</i> Lindl.	Orquídea	Ornato	No	Montaña
<i>Chysis laevis</i> Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Cuitlauzina pulchella</i> (Bateman ex Lindl.) Dressler & N.H. Williams	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Cycnoches ventricosum</i> Bateman	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Dichaea muricatoides</i> Hamer & Garay	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Epidendrum chlorocorymbos</i> Schltr.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Epidendrum eximium</i> L.O. Williams	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Epidendrum galeottianum</i> A. Rich. & Galeotti	Orquídea	Ornato	S	Montaña
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Epidendrum radicans</i> Pav. ex Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Epidendrum veroscriptum</i> Hágsater	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Gongora galeata</i> (Lindl.) Rchb. f.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Gongora truncata</i> Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Guarianthe skinneri</i> (Bateman) Dressler & W.E. Higgins	Orquídea	Ornato	Sí	Exterior
<i>Isochilus major</i> Schldtl. & Cham.	Burrión	Ornato	No	Montaña
<i>Laelia superbiens</i> Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Exterior
<i>Lycaste aromatica</i> (Graham) Lindl.	Canelita	Ornato	Sí	Montaña
<i>Lycaste skinneri</i> (Bateman ex Lindl.) Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Exterior
<i>Maxillaria densa</i> Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Maxillaria elatior</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Mormodes nagelii</i> L.O. Williams	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Oncidium lindleyi</i> (Lindl.) R. Jiménez & Soto Arenas	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.	Huevo con chorizo	Ornato, medicinal	Sí	Montaña
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W.E. Higgins	Pulpito	Ornato	No	Montaña
<i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W.E. Higgins	Orquídea	Ornato	No	Montaña
<i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W.E. Higgins	Balsamito	Ornato	No	Montaña
<i>Rhynchoaelia glauca</i> (Lindl.) Schltr.	Orquídea	Ornato	Sí	Exterior

FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE USO	VALOR DE CAMBIO	LUGAR DE ADQUISICIÓN
<i>Rhynchostele bictoniensis</i> (Bateman) Soto Arenas & Salazar	Orquídea	Ornato	Sí	Exterior
<i>Sobralia decora</i> Bateman	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Sobralia xantholeuca</i> Hort. ex B.S. Williams	Orquídea	Ornato	Sí	Montaña
<i>Stanhopea dodsoniana</i> Salazar & Soto Arenas	Torito	Ornato	Sí	Montaña
<i>Stanhopea graveolens</i> Lindl.	Torito	Ornato	Sí	Montaña
<i>Stanhopea oculata</i> (G. Lodd.) Lindl.	Torito	Ornato	Sí	Montaña
<i>Trichocentrum ascendens</i> (Lindl.) M.W. Chase & N.H. Williams	Cuerno de chivo	Ornato	Sí	Montaña
<i>Trichocentrum luridum</i> (Lindl.) M.W. Chase & N.H. Williams	Oreja de burro	Ornato	Sí	Montaña
<i>Trichocentrum oerstedii</i> (Rchb. f.) R. Jiménez & Carnevali	Oreja de burro	Ornato	Sí	Montaña

APÉNDICE



Luis en el cerro La Peña una de las personas con más conocimientos etnoecológicos de orquídeas



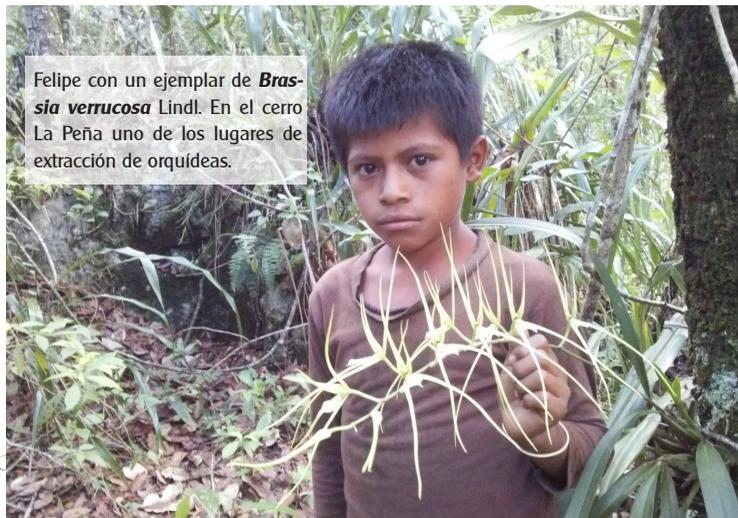
Sobralia decora Bateman



Guarianthe skinneri (Bateman) Dressler & W.E. Higgins



Gongora galeata (Lindl.) Rehb. f.



Felipe con un ejemplar de *Brassia verrucosa* Lindl. En el cerro La Peña uno de los lugares de extracción de orquídeas.



Prosthechea radiata (Lindl.) W.E. Higgins



Chysis laevis Lindl.



Lycaste aromatica (Graham) Lindl.



Gongora truncata Lindl.



Oncidium lindleyi (Lindl.)
R. Jiménez & Soto Arenas



Stanhopea oculata (G. Lodd.) Lindl.

Una nueva especie de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) de Chiapas, México

Roberto García-Martínez¹
Carlos R. Beutelspacher¹

¹Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Pte. 1150. C.P. 29039. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

RESUMEN

Se describe e ilustra una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae: Tillandsioideae) de inflorescencias amarillo-verdosas, proveniente de Chiapas. La nueva especie es similar a *Tillandsia concolor* Lyman B. Smith, sin embargo, difiere en el número y tamaño de las espigas en la inflorescencia, color y forma de los segmentos florales, así como en el hábitat. Se discuten las diferencias y se adiciona un mapa de distribución.

Palabras clave: epífita, fasciculatoide, flores lepidotas, bosque de *Quercus*.

ABSTRACT

A new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae: Tillandsioideae) with yellow-greenish spikes is described and illustrated, from Chiapas state. The new species, is similar to *Tillandsia concolor* Lyman B. Smith, however, there are differences in size, and number of the spikes in the inflorescence, color, shape and size of the floral segments, as the hábitat. We discussed the differences and added a distribution map.

Key words: epiphyte, fasciculatoide, scaly flowers, *Quercus* forest.

INTRODUCCIÓN

El género *Tillandsia* L. (Bromeliaceae: Tillandsioideae), es uno de los grupos vegetales mejor diversificados en todo el Neotrópico (Benzing, 1995, 2000; Hietz *et al.*, 2006; Espejo-Serna *et al.*, 2007). En México, se registran 220 especies (Villaseñor, 2016) y en Chiapas, se registran entre 76-78 especies (Beutelspacher, inédito). La similitud morfológica y la simpatria entre las especies del género, ha provocado a lo largo de la historia, confusiones en la asignación nomenclatural de los ejemplares de campo (Espejo-Serna *et al.*, 2007, 2008), ya que muchas especies son parecidas entre sí, en especial aquéllas tillandsias “fasciculatoideas”, es decir, con inflorescencias digitado-compuestas. Esta confusión ha sido tal, que en los últimos años, una minuciosa revisión de los ejemplares de *Tillandsia* depositados en herbarios mexicanos así como la recolección de plantas vivas para su estudio, ha permitido el hallazgo de especies nuevas (Espejo-Serna y López-Ferrari, 2005; Espejo-Serna *et al.*, 2011; Hernández-Cárdenas *et al.*, 2014), por lo que no se descarta la existencia de otros taxones desconocidos para la ciencia, en espera de ser descritos.

En una serie de excursiones por la geografía chiapaneca, con el fin de fotografiar la flora nativa para la *Flora ilustrada de Chiapas* (Beutelspacher, inédito), se recolectaron ejemplares de una *Tillandsia* “fasciculatoide”, que, al ser estudiada, no correspondió a ninguna especie conocida, por lo que se propone como una especie nueva.

Tillandsia nayeliana García-Martínez & Beutelspacher sp. nov.

Tipo MÉXICO: Chiapas. Municipio de Cintalapa de Figueroa, desviación hacia el municipio Belisario Domínguez. 16° 32' 32.4" N, 94° 11' 34.5" W. 1416 m s.n.m. 19 Marzo 2017. R. García Martínez 125 (HEM). Epífita sobre *Quercus polymorpha* Schldt & Cham.

Epiphyte herb, stemless, similar to *Tillandsia concolor* Lyman B. Smith, up to 35 cm long x 64 cm wide. Leaves greyish green, 46.5 cm long x 6.5 cm wide, yellow spikes, 4-8 per inflorescence. Flowers solitary, distichous, erect, petals purple, scaly, 6.5 cm long x 0.9 cm wide, sepals greenish yellow, membranous, acute, 3.9 cm long x 0.2 cm wide, filament white, twisted at the base, 7.8 cm long x 0.1 cm wide, anthers black, oblong, 0.45 cm long x 0.1

cm wide, stigma conduplicate spiryal, style white, apical, 7.4 cm long x 0.1 cm, ovary green, ovoid, 0.6 cm long x 0.4 cm wide.

Hierba acaule, arrossetada, epífita, hasta 35 cm de alto sin incluir la inflorescencia, la roseta hasta 64 cm de ancho en su porción más ancha. Planta solitaria o en grupos de hasta tres rosetas. **Hojas** abundantes, involutas, pruinosas en el envés. **Vainas** pardo-oscuros, con manchas lineares difusas que las atraviesan de forma transversal, muy anchas, hasta 10.3 cm de largo por 6.5 cm de ancho. **Láminas** verde grisáceas, marrón claro en la base, hasta 35.7 cm de largo por 4.4 cm de ancho, acuminadas, carinadas en el envés, ensanchadas en la base, marrón oscuro en el ápice, brácteas amarillentas en la base y verdosas cerca de la base, pruinosas en el envés, similares en forma, textura y color a las hojas, delgadas, las inferiores 25 cm de largo por 2.1 cm de ancho, las superiores 17.2 cm de largo por 1.2 cm de ancho. **Inflorescencia** terminal, digitado compuesta, erecta, más corta que las hojas, hasta 37 cm de largo por 2.7 cm de ancho, brácteas primarias amarillas, ovado lanceoladas, unguiculadas en el ápice, 4.3 cm de largo por 2.2 cm de ancho, brácteas secundarias 2.1 cm de largo por 3.7 cm de ancho. **Escapo** amarillo, pruinoso, semicilíndrico, recubierto completamente por las brácteas de la inflorescencia, hasta 18 cm de largo por 1.2 cm de ancho. 4-8 **Espigas** amarillo-verdosas, largas, ascendentes, ligeramente reflexas, muy próximas una de otra, hasta 1 cm entre una y otra espiga, hasta 19 cm de largo por 2.7 cm de ancho, de 8-10 flores. **Brácteas florales** amarillas, verdosas en la base, imbricadas, el ápice no sobresale de la espiga en las plantas vivas, ovado-trianguulares, carinadas, con un pequeño acumen en el ápice, 4.6 cm de largo por 2.8 cm de ancho. **Flores** tubiformes, ascendentes, sésiles, disticas, actinomorfas, 8.1 cm de largo por 0.6 cm de ancho. Pétalos alargados, lepidotos, membranáceos, violáceos desde la mitad hasta el ápice, blancos traslúcidos hacia la base, 6.5 cm de largo por 0.9 cm de ancho. **Sépalos** amarillentos, traslúcidos, lustrosos, verdosos en la base, elipsoides, con el ápice agudo, los adaxiales unidos por 1/3 de su longitud total, carinados, 3.9 cm de largo por 0.2 cm de ancho. **Filamentos** lineares, filiformes, blancos desde la base hasta $\frac{3}{4}$ de su longitud total, violáceos en su porción apical, 7.8 cm de largo por 0.1 cm de ancho,

espiralados cerca de la base. **Anteras** negras, oblongas, subbasifijas, 0.45 cm de largo por 0.1 cm de ancho. **Estigma** blanco, filamentoso, exerto, conduplicado-espiralado tipo II (sensu Brown & Gilmartin, 1984). **Estilo** blanco, largo, filiforme, apical, 7.4 cm de largo por 0.1 cm de ancho. **Ovario** verdoso, ovoide, 0.6 cm de largo por 0.4 cm de ancho. **Cápsula** no vista.

OTROS EJEMPLARES EXAMINADOS: MÉXICO: Chiapas. Municipio de Cintalapa de Figueroa, colonia Rizo de Oro rumbo a Belisario Domínguez. 16° 32' 32.4" N, 94° 11' 34.5" W. 1416 m s.n.m. 19 Marzo 2017. C. R. Beutelspacher S/N. (HEM).

ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN

Tillandsia nayeliana es una epífita conspicua en bosques de *Quercus* y *Pinus* spp. que se encuentra en los límites de Chiapas y Oaxaca, en elevaciones superiores a los 1,400 msnm, asociada con las epífitas y *Epiphyllum* sp., *Tillandsia seleriana* Mez. y *Peperomia deppeana* Schltdl. & Cham. Potencialmente puede distribuirse sobre la Sierra Madre de Chiapas en los mismos ecotonos; por otro lado, se han fotografiado ejemplares similares provenientes de la Sierra Sur de Oaxaca (municipio de San Bartolo Yautepec), a 1,300 msnm. *Tillandsia concolor*, la especie más cercana, tiene poblaciones simpátricas con *T. nayeliana*, sin embargo, dicha especie ocurre en comunidades vegetales de Selva Baja Caducifolia y encinares tropicales a menores elevaciones y al parecer es numerosa en acahuales donde la exposición al sol es mayor, a diferencia de las localidades de colecta de *T. nayeliana*, comunidades húmedas y con vegetación propia de sitios conservados; así que, mientras no se tenga material biológico en esa zona para estudiar, la nueva especie se registra reportada solo para Chiapas. Se ha observado que las plantas de *T. nayeliana* florecen de febrero a mayo.

ETIMOLOGÍA

Tenemos el honor de dedicar esta especie a la M. en C. Nayely Martínez Meléndez, del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH, quien ha dedicado su vida al estudio de las epífitas vasculares, con especial énfasis en las bromeliáceas.

LITERATURA CITADA

- BENZING, D.H., 1995.** Vascular Epiphytes, 225-254 pp. En: M.D. Lowman y N.M. Nadkarni (Eds.). *Forest canopies*. Academic, San Diego, California, USA. 517 p.
- BENZING, D.H., 2000.** *Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation*. Cambridge University Press. UK. 690 p.
- BEUTELSPACHER B., C.R.** (Inédito). Flora ilustrada de Chiapas.
- ESPEJO-SERNA, A. Y A.R. LÓPEZ-FERRARI, 2005.** Una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae) del Occidente de México. *Acta botánica mexicana*, 72: 53-64.
- ESPEJO-SERNA, A., A.R. LÓPEZ-FERRARI, N. MARTÍNEZ-CORREA & V.A. PULIDO-ESPARZA, 2007.** Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution. *Acta Botanica Mexicana*, 81: 71-147.
- ESPEJO-SERNA, A., A.R. LÓPEZ-FERRARI & W. TILL, 2008.** Two new species of *Tillandsia* (Bromeliaceae) from México. *Acta Botánica Mexicana* 85: 45-62.
- ESPEJO-SERNA, A., A.R. LÓPEZ-FERRARI, J. CEJA-ROMERO Y A. MENDOZA-RUIZ, 2011.** Una nueva especie de *Tillandsia* (Bromeliaceae) del Cañón de Escahuasco, Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana*, 96: 73-77.
- HERNÁNDEZ-CÁRDENAS, R., E. GONZALEZ-ROCHA, A. ESPEJO-SERNA, A.R. LÓPEZ-FERRARI, R. CERROS-TLATILPA Y R. EHLERS, 2014.** *Tillandsia religiosa*, a new species from the state of Morelos, México. *Phytotaxa*, 184 (1): 53-57.
- GONZÁLEZ-ROCHA, E., R. CERROS-TLATILPA, A. ESPEJO-SERNA & A.R. LÓPEZ-FERRARI, 2015.** *Tillandsia chalcatzingensis*, a new species from the state of Morelos, Mexico. *Phytotaxa*, 227 (2): 182-188.
- HIETZ, P., G. BUCHBERGER & M. WINKLER, 2006.** Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica* 12 (2): 103-112.
- VILLASEÑOR, J.L., 2016.** Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87 (3): 559-902.

	<i>Tillandsia concolor</i> Lyman B. Smith	<i>Tillandsia nayeliana</i> García-Martínez & Beutelspacher
Hábito	Epífito	Epífito
Hojas	Verdoso-rojizas, pruinosas, hasta 30 cm de largo	Verdosas, pruinosas, hasta 46 cm de largo
Inflorescencia	Simple o sub a digitado compuesta, hasta seis espigas	Digitado-compuesta, hasta ocho espigas
Escapo	Oculto por las hojas, hasta 6 cm de largo	Oculto por las hojas, hasta 18 cm de largo
Brácteas florales	Verdoso amarillentas, a veces con el borde rojizo, hasta 4 cm de largo	Amarillas a amarillo verdosas, hasta 4.6 cm de largo
Flores	Sésiles, color fucsia	Sésiles, moradas
Pétalos	Membranáceos, hasta 6 cm de largo	Lepidotos, membranáceos, hasta 6.5 cm de largo
Sépalos	Verdosos, lustrosos, carinados, los adaxiales unidos por 1/3 de su longitud, 3 cm de largo	Amarillos, lustrosos, carinados, los adaxiales unidos por 1/3 de su longitud, 3.9 cm de largo
Estigma	Amarillo, conduplicado-espinalado tipo II	Blanco, conduplicado-espinalado tipo II
Distribución en México.	Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Veracruz	Chiapas

CUADRO 1

Tabla comparativa entre características morfológicas y distribución geográfica entre *Tillandsia concolor* y *T. nayeliana*.

APÉNDICE

a



b



c



d



Figura 1. A y C) Vista de la planta y detalle de la espiga de *Tillandsia concolor*, B y D) Vista de la planta y espiga de *T. nayeliana*.

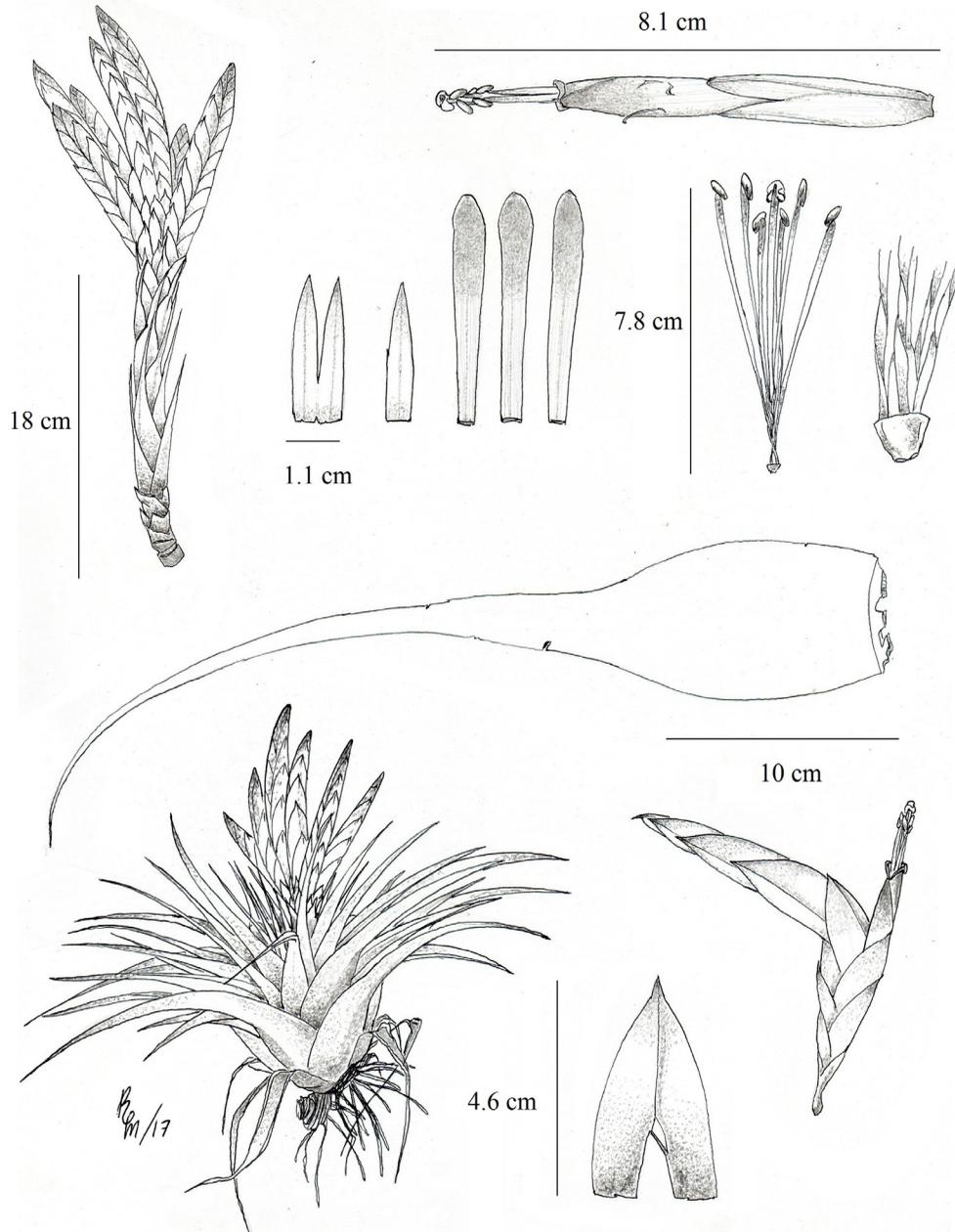


Figura 2. Icono de *Tillandsia nayeliana* García-Martínez & Beutelspacher.

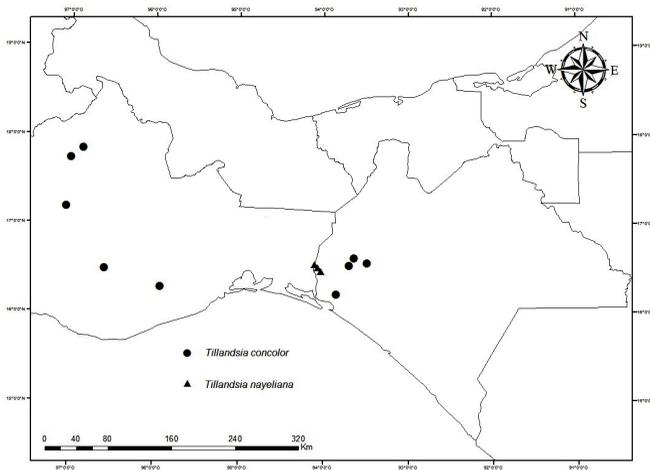


Figura 3. Mapa de distribución de *Tillandsia concolor* y *T. nayeliana* en el sureste mexicano.

EL REY ESCORPIÓN

XXXI



MARCO DE LA XXXI SEMANA DE LA BIOLOGIA DEL ICBIOL.

SEMANA DE LA BIOLOGÍA

CASTELLANOS-SOLIS AREMY DEL CARMEN

YNTERIANO-CRUZ BRIANDA ITZEL

Nombre común: Lagarto enchaquirado, Escorpión, Escorpión grande o Lagarto de cuenta.

Etimología

Entre las 725 especies de México, en el grupo de las lagartijas, se encuentra el escorpión mexicano *Heloderma horridum* (Wiegmann, 1829) (se deriva del griego “helos”, que significa “tachonado” y “derma” que significa “piel”).²

Descripción

Son robustos con una longitud de 700 mm, llegan a pesar hasta cuatro kg. Con cabeza grande y aplanada, y fuertes patas cortas, con cola grande. Es notoria la presencia de la lengua, dividida en la punta, Cuenta con glándulas venenosas, característica que los hace únicos.⁴

Hábitat

Se encuentran en lugares de selva mediana o baja caducifolia, selva baja espinosa, en selva mediana subperennifolia, en sabanas o bosques de pino encino.¹

Distribución

Existen registros en los estados de Colima, Chiapas, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.¹



Distribución Geográfica de *Heoderma horridum*

(Ochoa-Ochoa et al, 2006).⁵

Conservación

El principal problema para la conservación es la actividad humana.¹

Se debe concientizar a las personas sobre estos animales, ya que son inofensivos.³



Importancia

Por su apariencia no agradable se encuentra en peligro de extinción, su veneno presenta propiedades útiles en la medicina, como posible tratamiento de diabetes y alzheimer.



1. Aguilar, M., Casas, A. (2005) Lagarto de chaquirá (*Heloderma horridum*) Ficha técnica. Facultad de Ciencias, Centro de investigación en recursos bióticos. México D.F.
2. Campbell J. y Lamar W. (2004) The venomous reptiles of the western hemisphere. Volume 1. Mac-Graw Hill. Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.
3. Köhler G. (2008) Reptiles of central America. Mac-Graw Hill. Offenbach, Germany.
4. Muñiz- Martínez, R., Rojas-Pérez, M. (2009) Registro nuevo del escorpión mexicano *Heloderma horridum* (Reptilia: *Helodermidae*) Durango, México. México.
5. Ochoa-Ochoa, L., O. Flores-Villela, U. García-Vázquez, M. Correa-Cano, L. Canseco-Márquez. (2006).

“LA NAUYACA DE LOS ALTOS”

Coutiño-Núñez Sergio

Moreno-Avendaño Victor Armando

Cerrophidion tzotzilorum (Campbell, 1985)

La nauyaca Tzotzil de montaña, nauyaca de frío o “tamagas” (en lengua nativa significa “serpiente muy venenosa”), es una serpiente vivípara perteneciente a la familia de las víboras de cascabel (Viperidae) endémica de México.¹



Campbell (1985), nombró a esta especie para los nativos Tzotziles, que viven en las tierras altas, donde se recolectó el tipo.¹

Se distribuye en el sur de México, específicamente en la Meseta Central de Chiapas, región conocida como “Altos de Chiapas”.³



La distribución vertical va de 2.050 a 2.500 msnm.¹



Se encuentra en bosques húmedos de Pino-Encino, donde predominan: *Pinus pseudostrobus*, *Pinus montezumae* y encinos cargados de epifitas.¹ Es mas frecuente encontrarla bajo troncos y rocas.³ El tipo de localidad se sitúa a 10.9 km al ESE de San Cristóbal de las Casas, Chiapas a 2,320 msnm de elevación.²

¡ES UNA SERPIENTE VENENOSA ENDÉMICA DEL ESTADO DE CHIAPAS!

De hábitos terrestres, moderadamente robusta, no mayor a 500 mm de LT.⁴ El color del fondo puede ser café, grisáceo o rojizo, con manchas laterales; la mancha dorsal es de color café oscuro frecuentemente fusionada formando una lista en zig-zag.³

Una mancha oscura se extiende desde detrás del ojo al ángulo de la mandíbula, encontrándose bordeada de tono pálido por abajo y por arriba.³

¹ Campbell, J. A., y Lamar W. W. (2004). The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere, 2 vols. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.

² Köhler G. (2008). Reptiles of Central America. 2nd edition, 2 vols. Herpeton. Offenbach, Germany.

³ Luna-Reyes R., y Suárez-Velázquez A. (2008). Reptiles venenosos de Chiapas: reconocimiento, primeros auxilios y tratamiento médico en caso de mordedura. Instituto de Historia Natural (IHN). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

⁴ Uetz, P., Hošek, H., y Hallerman, J. (2015). The Reptile Database. Extraído de: www.reptile-database.org. Consultado el 24 de agosto de 2016.

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

XXXI SEMANA DE LA BIOLOGÍA
BIODIVERSIDAD Y ESPECIES PRIORITARIAS

Mammillaria hernandezii

Glass & R.C. Foster

Familia: Cactaceae Nombre Común: Biznaga de Hernández

Cruz Natividad Santiago Vásquez natt_santt@outlook.com

Descubrimiento:

Se encontró por primera vez en 1978 en la Mixteca del estado de Oaxaca por el Dr. Felipe Otero y su sobrino Eulalio Hernández (de donde proviene el nombre)¹



Descripción:

Es una planta suculenta, generalmente solitaria. Tiene tallos suaves de color verde oscuro, miden 2.5 cm de diámetro y altura (pero en el cultivo puede crecer lentamente hasta 4.5 cm de diámetro). Las raíces son un poco carnosas y la flor es rojo cereza con fucsia (en ocasiones blanco) con un exterior más pálido. Las flores son diurnas y miden 2 cm de largo y 2.5 cm de ancho.³

Factores de Amenaza.²



¡No dejemos que la belleza de nuestro país se acabe!



¹ Santini, B; Espinoza, A, E (2010) *Una Propuesta por la vida*. Ciencia y Desarrollo Conacyt.

² Meza, N, A (2013) *Cactáceas mexicanas: usos y amenazas*. Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Sánchez, M. C (2016). *Ficha técnica de Mammillaria hernandezii*. PROY-NOM-ECOL-059-2000. Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W031.



Fotos: © CONABIO

Identifícate gatito....

TAXONOMÍA

Clase: Mammalia
Orden: Carnivora
Familia: Felidae
Género: *Panthera*
Especie: *Panthera onca*

El jaguar es el felino de mayor tamaño en América y el tercero en el mundo (después del tigre y el león)¹.

Panthera
a
n
t
h
e
r
a
O
n
C
a
En todo el cuerpo presenta manchas negras. Su cuerpo es robusto, y piernas delanteras fuertemente musculadas, presenta cabeza grande, hocico corto y ojos grandes¹.



Foto: ThinkJungle (Izquierda), El sol de México. (derecha)

¿Y te alimentas con pan y queso?

Es un depredador oportunista que aprovecha las distintas presas disponibles. Su alimentación que incluye mamíferos, aves, reptiles, peces, anfibios, e invertebrados³.

Nuestro hogar...

Habita en bosques tropicales densos, bosques lluviosos y espinosos, de montaña, de pino-encino, tropicales perennifolios, caducifolios y subcaducifolios, así como zonas pantanosas y manglares⁴.



Autor: Ceballos-González et al., 2006

Bibliografía

- ¹Galindo-Leal, C. 2009. Panthera onca. Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p.
Ceballos-González, G. J., S. Blanco, C. González, E. Martínez, 2006. Panthera onca (jaguar). Distribución potencial. México.
²Medellín, R., C. Equihua., C. Chetkiewics., A. Rabinowitz., P. Crawshaw., K. Redford., J. Robinson., E. Sanderson y A.
³Romeu, E. 1996. El Jaguar. Biodiversitas. 2(7): 1-5
⁴SEMARNAT. 2000. Manejo de Felinos en Cautiverio. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 28p.

¿Sabías que soy una especie bandera?

Una especie clave, bandera y paraguas, ejerce una presión extrayendo individuos del sistema, modificando las densidades poblacionales de sus presas, al desaparecer estos grandes depredadores, crea una desestabilidad en el ecosistema²



Foto: PROFEPA

El jaguar es considerado una "especie paraguas" debido a que utiliza una gran extensión de terreno en diferentes hábitat y por lo tanto cuando se le protege, protege también a una gran cantidad de especies con las que coexiste.

¿Nos vamos o nos quedamos?

El Jaguar es una especie altamente amenazada debido a la caza furtiva y la reducción de su habitat todo ello por consecuencia de las actividades humanas, por lo que se han implementado programas para la conservación de la especie.

CATEGORÍA DE RIESGO	
NOM-059-SEMARNAT-2001	(P) En peligro de extinción (SEMARNAT, 2002)
UICN	(Nt) Bajo riesgo (IUCN, 2010)
CITES	Apéndice I. Peligro de extinción (CITES, 2010)

¿Y si luchamos por la conservación de mi especie?



Foto: alianza WWF-Telcel



Universidad, Salud y Ambiente:

La innovación para el desarrollo sustentable
Congreso UHE 2016

Primer congreso internacional y tercero nacional

Universidad, Salud y Ambiente: la innovación para el desarrollo sustentable

Congreso UHE 2016

El desarrollo científico y tecnológico actualmente es reconocido como parte de la organización humana y social. En el momento actual abordar la relación naturaleza-sociedad, como procesos que interaccionan, tiene gran importancia debido a que trata de explicar el comportamiento de la humanidad ante los avances científicos y tecnológicos, que si bien han constituido un gran salto en la acumulación de saberes humanos, también han propiciado la acelerada destrucción y apropiación irracional del medio ambiente.

... Si bien la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, también traen consigo impactos negativos, de los cuales algunos son imprevisibles, pero todos ellos reflejan los valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico y tecnológico.... (Cutcliffe, 1990).

Nosotros somos voluntariamente responsables de este cambio al perseguir objetivos de crecimiento de acuerdo a las políticas y acciones que pretenden preservar las estructuras y las instituciones inherentes a nuestro sistema social. Hemos iniciado el siglo XXI con un nivel de desarrollo nunca antes alcanzado por la ciencia y la tecnología, lo que está marcando transformaciones significativas en la sociedad actual; corresponde a la Universidad, como centro estratégico de la sociedad, realizar un análisis de la relación ciencia-tecnología-sociedad y

a partir del análisis proporcionar alternativas para una planeación dirigida hacia el diseño estable, dinámico y saludable de dicho sistema. La educación actual debe incluir las funciones básicas de educación, investigación y servicio, y además de ver en la tecnología al agente más poderoso para el cambio de la sociedad, debe a llevar a la práctica los conocimientos científico-teóricos generados en la Universidad, validar los resultados y generalizarlos más tarde a través de la innovación.

Es por ello que el 1er. Congreso Internacional y 3er. Congreso Nacional Universidad, Salud y Ambiente: la innovación para el desarrollo sustentable, ofrece un espacio de reflexión desde la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad del papel central de la Universidad como gestora del desarrollo local, en los procesos de capacitación, transferencia de tecnología, información y conocimientos. La organización del congreso fue realizada por miembros del Grupo Universitario Interdisciplinario Ambiental (GUIA) en el que participan profesores investigadores de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, (ITTG) y la Universidad del Valle de México (UVM) campus Tuxtla.

Los trabajos que se exponen a continuación son el reflejo de la comunión académica entre instituciones, investigadores y estudiantes.

Regionalización de precipitaciones máximas en 24 horas en la Región Hidrológica número 23 Costa de Chiapas

Miguel Ángel Aguilar Suárez¹,
Delva Guichard Romero¹,
Juan José Muciño Porras¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas Facultad de Ingeniería, Boulevard Belisario Domínguez, km 1081, Sin Número, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Autor de correspondencia: maas@unach.mx

RESUMEN

se estudió la región hidrológica 23, Costa de Chiapas, especialmente sus precipitaciones máximas en 24 horas. Se aplicaron las pruebas de Helmer, de las Secuencias, de Cramer y de Anderson para determinar la homogeneidad e independencia de los datos de cada estación. Para formar regiones homogéneas se aplicaron las pruebas de Fisher y de los Momentos L y de Discordancia. Una vez determinadas las estaciones que estadísticamente pertenecen a la misma región, se procedió a aplicar el método de las estaciones-año, con lo cual se formó una muestra de 2425 datos modulados para posteriormente aplicar distintas funciones de distribución de probabilidades y extrapolar a distintos periodos de retorno. Por último, se dibujaron mapas de isoyetas para periodos de retorno de 2 a 10,000 años.

Palabras clave. Análisis regional, lluvias, tests de homogeneidad, isoyetas, periodos de retorno.

ABSTRACT

The hydrological region 23, Costa de Chiapas, especially its highest rainfall in 24 hours was studied. Helmer, sequences, Cramer and Anderson tests to determine the homogeneity and independence of the data from each station were applied. To form homogeneous regions Fisher, discordance and L Moments tests were applied. Once certain stations that statistically belong to the same region, we proceeded to apply the method of the stations-year. It was conformed a sample of 2425 data modulated to apply different probability distribution functions and extrapolate to different return periods. Finally, isohyetal maps for return periods of 2 to 10,000 years were drawn.

Key words. Regional analysis, precipitations, homogeneity test, isohyetal, return periods.

INTRODUCCIÓN

Para aplicar los modelos lluvia-escurrimiento es necesario conocer la precipitación asociada a diferentes periodos de retorno, lo que tradicionalmente se logra ajustando funciones de distribución de probabilidad a las muestras de lluvias máximas anuales de cada estación por separado. Sin embargo, cuando se requieren precipitaciones asociadas a periodos de retorno grandes, esta metodología puede tender a sobreestimar o subestimar la precipitación de diseño.

En ese sentido la regionalización de precipitaciones es una metodología aplicable, ya que para cuencas de ríos o arroyos, los cuales no están aforados. Se utiliza información de todas las estaciones climatológicas dentro de la región, para obtener precipitaciones asociadas a periodos

de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1,000, 2,000, 5,000 y 10,000 años, las cuales servirán para aplicar modelos lluvia-escurrimiento de los llamados sintéticos y agregados, como lo son el de Chow, del Hidrograma Unitario Triangular; del Servicio de Conservación de Suelos de los E.U.A y el modelo TR-55. El objetivo de la regionalización de lluvias es contar con muestras más grandes que permitan hacer inferencias para periodos de retorno altos, más robustas; el procedimiento consiste en estandarizar los datos de cada una de las estaciones, dividiéndolo entre su media, para luego formar grupos con las estaciones con un comportamiento estadístico similar.

Para cumplir con este objetivo se contó con 78 estaciones ubicadas en la parte chiapaneca de la región hidrológica número 23, Costa de Chiapas. Se decidió utilizar las estaciones que tuvieran un mínimo de 20 datos, con lo que quedaron 62 estaciones en la zona de

estudio. Posteriormente se aplicó la prueba de Fisher para detectar estaciones con un comportamiento estadístico similar, con lo que se formó un grupo de 58 estaciones. Con los datos modulados (divididos entre la media correspondiente a cada estación) se formó una muestra de 2425 datos, a los que se ajustaron funciones de distribución de probabilidades usando los programas AX (Jiménez *et al.*, 1997) y AFINS (Botero, 2006).

El mejor ajuste regional de los 2,425 datos modulados, se logró con la función de Dos Componentes de Valores extremos (TCEV). Al extrapolar a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1,000, 2,000, 5,000 y 10,000 años se obtuvo el dato modulado asociados a dichos periodos. Finalmente, para obtener las precipitaciones de diseño de cada estación climatológica, se multiplicó el dato modulado por la precipitación media de cada estación.

Con los datos anteriores y con la ayuda del programa SURFER se dibujaron los mapas de isoyetas para los diferentes periodos de retorno.

METODOLOGÍA

Localización de la región hidrológica número 23

La región hidrológica número 23 Costa de Chiapas está localizada en el sureste de México en la vertiente del Océano Pacífico, ver figura 1, en los estados de Chiapas y Oaxaca. La conforman 25 cuencas, teniendo como sus principales afluentes a los ríos: Suchiate, Cahocacán, Coatán, Huehuetán, Huixtla, Despoblado, Cintalapa, Cacaluta, San Nicolás, Tablazón, Novillero, Margaritas, Coapa, Pijijiapan, San Diego, Jesús, Zanatenco y Tapatepec. Las cuencas han sido validadas por la Comisión Nacional del Agua.

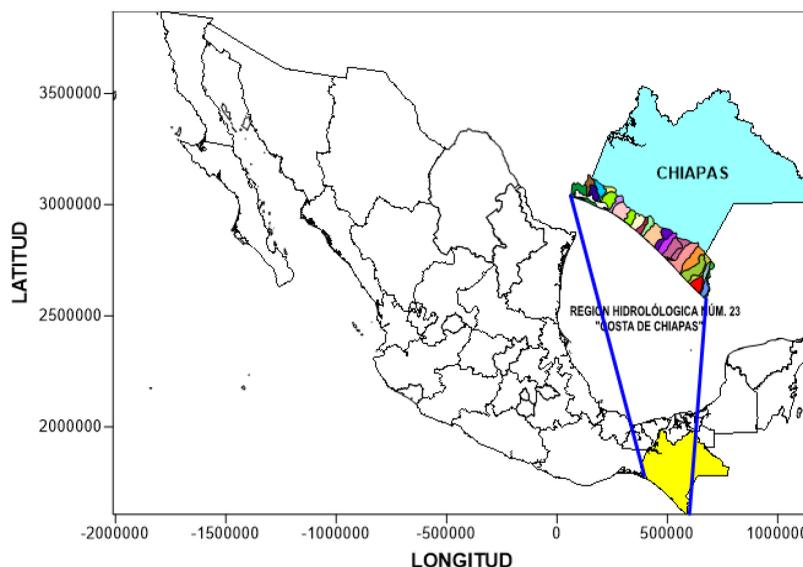


FIGURA 1

Localización geográfica de la región hidrológica Número 23 "Costa de Chiapas"

Su superficie total es de aproximadamente 11,850.12 km², incluyendo la parte oaxaqueña. La región tiene aproximadamente 310 km de longitud. Su distancia mínima en el sentido normal a esta dimensión es de 22 km a la altura de El Porvenir, Chiapas y la máxima de 65 km a la altura de Huixtla, Chiapas, orientada toda ella de SE a NW (Romero *et al.*, 2006).

Localización de estaciones climatológicas convencionales

Para ubicar y obtener las estaciones climatológicas se

contó con la base de datos CLICOM proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, en algunas estaciones climatológicas hubo registros hasta el año 2013.

Con la finalidad de conocer cuáles estaciones fueron utilizadas para el estudio, la CONAGUA creó un archivo en formato *.kml con las estaciones ubicadas geográficamente y que pueden ser vistas en el software Google Earth, como lo muestra la figura 2.

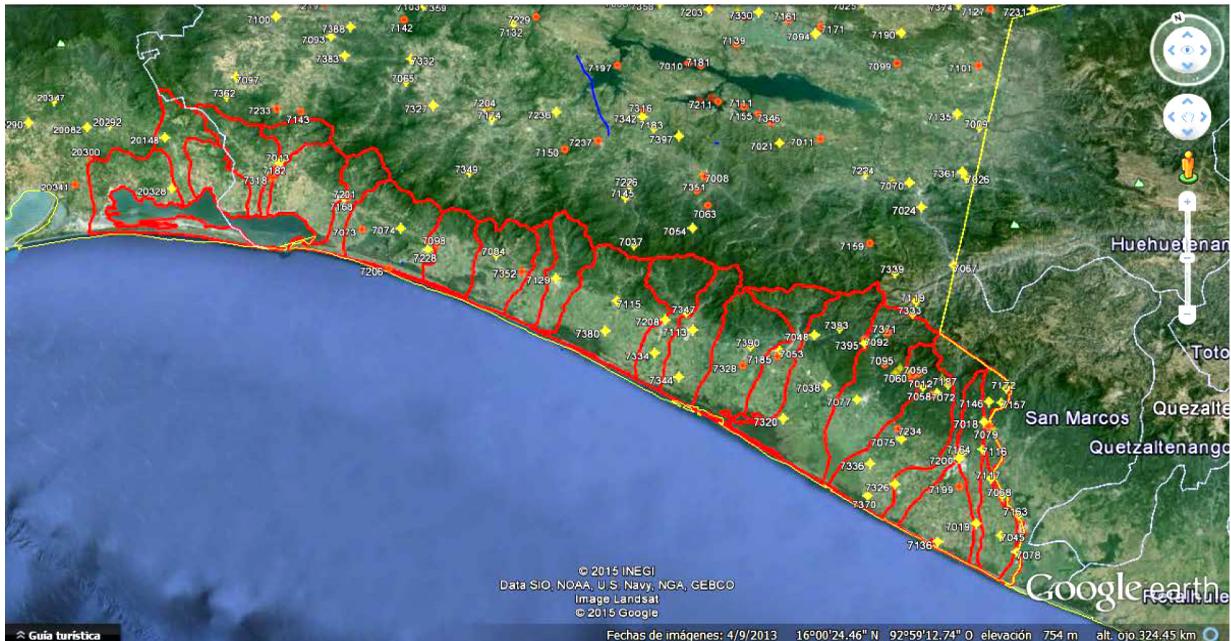


FIGURA 2

Región Hidrológica 23 "Costa de Chiapas", estaciones climatológicas en operación (amarillas) y suspendidas (rojas) obtenidas de la base de datos CLICOM.

El número de estaciones localizadas en la zona de estudio, inicialmente fue de 78. Se llevó a cabo una depuración en la cual se eliminaron aquellas que no contaran con un registro mínimo de 20 años, quedaron 62 estaciones, de las cuales algunas se encuentran operando y otras han dejado de operar, sin embargo, por el número de precipitaciones máximas anuales en 24 horas, es importante utilizarlas para llevar a cabo el proceso de regionalización.

Distribución de las precipitaciones en la región hidrológica número 23

El régimen de lluvia, indica que aproximadamente el 95% de la lluvia se presenta en los meses de abril a octubre, siendo característico de lluvias en verano, cuando la zona de convergencia intertropical, que es la zona donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte y sur, sube de latitud y se acerca a la costa de Chiapas debido al movimiento aparente del sol, entonces las condiciones de humedad aumentan y se generan precipitaciones asociadas al calentamiento diurno, la brisa marina y el ascenso orográfico, este último, factor preponderante en la generación de lluvias torrenciales que con frecuencia provocan inundaciones (Romero *et al.*, 2006).

El régimen de precipitación mensual en la costa de Chiapas es muy peculiar. La evolución anual de la

precipitación media indica que se tienen dos máximos, uno en junio para toda la costa, que está asociado principalmente al paso de ondas tropicales y marca el inicio formal de la temporada de lluvias, y otro máximo en septiembre u octubre. En la zona Istmo-Costa este segundo máximo se registra en septiembre, y en octubre en el Soconusco y están asociados a ciclones en el Golfo de México (Romero *et al.*, 2006). También es de relevancia comentar que los junios más húmedos están asociados al periodo frío del ENSO (Utrilla *et al.*, 2006). Al comparar los datos de precipitaciones medias anuales de estaciones ubicadas en la misma cuenca pero a altitudes distintas como son: finca Chicharras con 3,967.6 mm y Tapachula con 2,140.2 mm en la cuenca de Coatán se observa que hay una diferencia marcada por efectos orográficos. Para corroborar lo anterior se obtuvieron las medias anuales en cuatro estaciones más, con lo que se tiene: finca Argovia con 4,216.7 mm y Huehuetán con 2,166.5 mm en la cuenca de Huehuetán; y Cacahoatán con 4,263.4 mm y Suchiate con 1,432. mm, en la cuenca de Suchiate. Todas estas estaciones se encuentran ubicadas en la región del Soconusco, mientras que en la región Istmo-Costa no existe suficiente información en las partes altas, para realizar un ejercicio semejante (Romero *et al.*, 2006).

En cuanto a datos para duraciones menores de 24 horas, existen muy pocos, salvo los registrados por los observatorios de Arriaga y Tapachula, con un intervalo temporal de una hora. En ese sentido durante las precipitaciones provocadas por el huracán *Stan* en el observatorio de Tapachula registró un máximo de 32.7 mm en una hora y uno de 200 mm en 24 horas, esto implica una intensidad de 8.5 mm/h que comparado con el medido en el observatorio de 32.7 mm es cuatro veces menor (Romero *et al.*, 2006).

Respecto a la clasificación de las cuencas en regiones, ésta puede realizarse con criterios geográficos o estadísticos. En el primer caso, se definen regiones en función exclusivamente de sus coordenadas geográficas y a menudo coincidiendo con divisiones administrativas. El segundo enfoque define las regiones agrupando aquellas cuencas con un comportamiento estadístico similar.

Método de las estaciones año

Este método permite obtener una curva regional que relaciona el período de retorno con las precipitaciones máximas anuales por estación, previamente transformados, de manera que el análisis se hace conformando una muestra muy grande de datos, que contiene tantos elementos como estaciones-año se consideren en el análisis (Romero, 1998).

El proceso para aplicar este método consiste en los pasos siguientes:

Se eligen las estaciones a considerar en el análisis procurando que tengan características hidrológicas semejantes.

Se obtienen las precipitaciones máximas anuales registradas el año i en la estación j , $P(i,j)$, para todas las estaciones.

Se aplica alguna prueba de homogeneidad (p. j. la prueba de Fisher o Momentos-L) de manera de conformar subgrupos, en caso necesario.

Se forman muestras de datos homogeneizados, mediante la función de transformación $T(j)$

$$T(j) = 1 / \overline{P(i)}$$

Donde $\overline{P(i)}$ es el promedio de las lluvias máximas anuales de la estación j .

Se forma una muestra con todos los datos de las estaciones consideradas, obtenidos en el punto d.

Se ajustan funciones de distribución de probabilidad a la muestra anterior, a fin de extrapolar a los periodos de retorno deseados.

Contando con esta curva regional, bastará aplicar el proceso inverso cuando se desee obtener lluvias de diseño en una estación particular.

Prueba de Fisher

Las pruebas de homogeneidad son las que se utilizan al estudiar una o más muestras y se desea averiguar si proceden de una misma población (Palacios *et al.*, 2010).

En hidrología una de las pruebas más utilizadas es la prueba de comparación de varianzas o prueba de Fisher. Esta prueba se emplea cuando se requiere probar si las varianzas de dos poblaciones normales son iguales, a partir de las variaciones estimadas de dos muestras independientes extraídas de esas poblaciones. Cuando se utiliza esta prueba, se calcula el estadístico F , que básicamente es el cociente de las dos estimaciones independientes de la misma varianza poblacional σ^2 . Lo cual se representa con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\text{Primera estimación de la varianza}}{\text{Segunda estimación de la varianza}} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Las tablas donde se tienen los puntos críticos de F son complicadas de utilizar, debido a que se necesita una tabla para cada nivel de significancia ρ . Es por esto que se han hecho tablas con valores críticos superiores de las distribuciones F para $\rho=0.10, 0.05, 0.025, 0.01, \text{ y } 0.001$.

La prueba de hipótesis para conocer si dos muestras de tamaño n_1 y n_2 corresponden a datos homogéneos es la siguiente:

Si el estadístico S_1^2/S_2^2 tiene una distribución muestral que es una distribución F con $gl_1=n_1-1$ y $gl_2=n_2-1$, entonces el estadístico S_2^2/S_1^2 , el recíproco de F , tiene una distribución muestral que es una distribución F con $gl_1=n_2-1$ y $gl_2=n_1-1$. Como ambos estadísticos tienen la distribución F , es práctica común colocar la mayor varianza muestral en el numerador de la razón F . Si el cociente se acerca a 1, entonces se puede decir que la diferencia entre dichas varianzas son iguales, si el cociente de las varianzas muestrales es sensiblemente distinto de 1 entonces se dice que no pertenecen a la misma población.

Debido a que las distribuciones F no son simétricas, para formar la región de rechazo para una prueba de dos colas, se puede simplificar los cálculos asegurando que se va a utilizar la cola derecha de la distribución F . Se usa una prueba de cola derecha porque solo estas áreas están dadas (Palacios *et al.*, 2010).

Método de Momentos-L

Según Hosking y Wallis (1997), una región homogénea se identifica aplicando el siguiente procedimiento:

- a) Estimación de estadísticos por Momentos-L
 - Se ordena la serie de eventos extremos en forma descendente
 - Se calculan los estimadores $\hat{\beta}$ aplicando las ecuaciones siguientes:

$$\beta_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\beta_1 = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} x_i (n-i)$$

$$\beta_2 = \frac{1}{n(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^{n-2} x_i (n-i)(n-i-1)$$

$$\beta_3 = \frac{1}{n(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^{n-3} x_i (n-i)(n-i-1)(n-i-2)$$

Donde n es el número de datos de la serie, i es el orden de cada dato ordenado de mayor a menor, x_i el valor i -ésimo de la serie de n datos.

- Se calculan los Momentos-L

$$\lambda_1 = \beta_0$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 + 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0$$

- Se obtienen los Momentos-L adimensionales: τ_2 , τ_3 y τ_4 , que equivalen a los momentos centrales, es decir:

El coeficiente de variación de los momentos centrales es

$$\tau_2 = L - C_v = \lambda_2 / \lambda_1$$

El coeficiente de asimetría

$$\tau_3 = L - C_a = \lambda_3 / \lambda_2$$

El coeficiente de picudez o curtosis

$$\tau_4 = L - C_k = \lambda_4 / \lambda_2$$

- b) Representación gráfica de los Momentos-L:

En el análisis regional resulta conveniente representar gráficamente los Momentos-L adimensionales de las series (ecuaciones anteriores), ya que permiten analizar rápidamente la discordancia entre una y otra serie. La práctica de los autores ha mostrado que las relaciones gráficas más convenientes son: de $L - C_a$ contra $L - C_v$, y la de $L - C_a$ frente a $L - C_k$. Los valores así graficados definen nubes de puntos que pueden ser encerrados por elipses concéntricas, construidas con el eje mayor y menor elegidos de manera que contenga el mayor número de puntos en cada plano. Se pueden construir varias elipses concéntricas de manera que contengan el mayor número de puntos o que se apartan de las características estadísticas del resto, un ejemplo claro de discordancia. Aquellos puntos que se hallen fuera de las elipses serán las estaciones discordantes, ver figura 3.

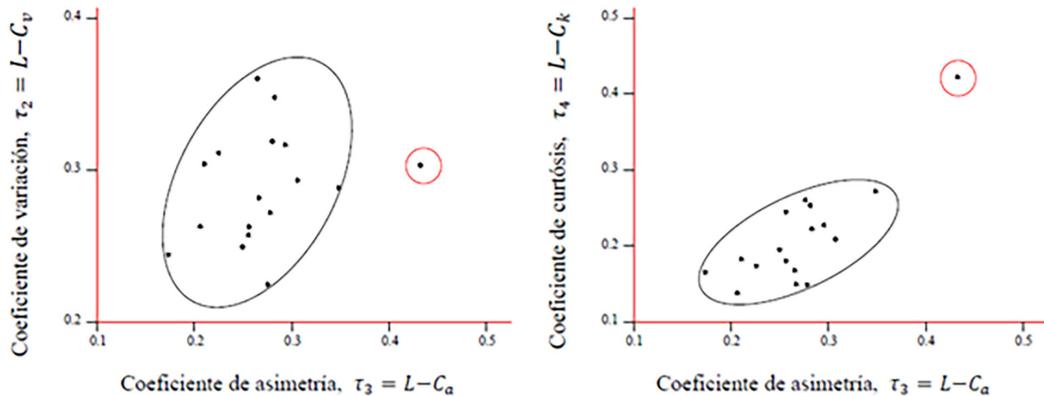


FIGURA 3

Ejemplo de estación discordante al grupo (Hosking y Wallis, 1997; citado por Luna 2013)

A partir de los planos construidos se puede medir la dispersión con una distancia media entre el dato del sitio de interés y la del grupo, y los datos discordantes serán aquellos que queden fuera de la elipse.

De acuerdo con Hosking y Wallis (1997), las muestras pequeñas también pueden ser tomadas en cuenta utilizando una ponderación en función con la longitud de las series y para la delimitación de regiones homogéneas es conveniente considerar series con registros simultáneos, salvo en los casos en los que faltan datos en alguna de las series, allí se verá la conveniencia de completar el registro o en caso extremo eliminar la serie incompleta o solo parte de ella.

Resultados

Análisis de los datos

a) Análisis de homogeneidad e independencia de los datos de campo

Una serie de datos es llamada homogénea si es de una única población. La homogeneidad de una serie de datos de lluvias se puede perder por un sin número de causas, que pueden ser de dos tipos: primero, las debidas a cambios físicos en la propia estación pluviométrica y segundo, las originadas por las modificaciones o cambios en el medio ambiente. Algunas de las causas principales de pérdida de homogeneidad de una serie de lluvias pueden ser:

1. Cambio en la localización del pluviómetro.
2. Cambio en la forma de exposición, o reposición del aparato.
3. Cambio en el procedimiento de observación, o replazo del operador.
4. Construcción de embalses en las cercanías.
5. Deforestación y reforestación en la zona.
6. Deseccación de pantanos.
7. Aperturas de nuevas áreas de cultivo en los alrededores.
8. Industrialización en áreas circundantes, etcétera.

Para probar la homogeneidad de una muestra de datos de lluvia se tienen diferentes tipos de pruebas estadísticas como la de Helmer, de Secuencias y la de Cramer (Campos, 1998).

Para llevar a cabo un análisis de frecuencias se requiere que la muestra de datos de una serie esté compuesta de variables aleatorias. Para probarlo se aplica la prueba de independencia de Anderson, la cual hace uso del coeficiente de correlación serial para diferentes tiempos de retraso (Escalante *et al.*, 2002).

b) Prueba de homogeneidad de Helmer

Con fines prácticos se puede decir que una serie de lluvias anuales y en general una serie climatológica, presenta como alternativas a la homogeneidad, los cambios bruscos (saltos) de su valor medio, la tendencia o alguna forma de oscilación.

La prueba de Helmer es bastante sencilla y consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento de la serie con respecto a su valor medio. Si una desviación es de un cierto signo es seguida por otra del mismo signo, una secuencia (*S*) es creada. En contraste, si una desviación es seguida por otra de signo contrario, un cambio (*C*) será registrado. Cada año, excepto el primero, definirán una secuencia o un cambio.

Si la serie es homogénea, la diferencia entre el número de secuencias (*S*) y el número de cambios (*C*) en el registro deberá ser cero, dentro de los límites de un error probable, el cual de hecho depende de la longitud del registro (*n*), esto es (Campos, 1998):

$$S - C = 0 \pm \sqrt{n-1} \text{ o bien: } S - C = \pm \sqrt{n-1}$$

c) Prueba de homogeneidad de las Secuencias

Esta prueba es bastante común y muy sensitiva; se realiza el número de secuencias o rachas (*u*) arriba o abajo la mediana de la serie. El valor de la mediana se obtiene ordenando los datos respecto a su magnitud y seleccionando el valor central, si *n* es impar, o la media aritmética de los dos valores centrales, si *n* es par. Usando el valor de la mediana, se marca con A si es mayor y con B si es menor, cada dato o evento de la serie; las secuencias o sucesión de valores A o B son contabilizadas y para concluir que la serie es homogénea el número de secuencias (*u*) debe estar comprendido entre el rango de la Tabla 1 para el número de años de registro (*n*), (Campos, 1998).

Número de datos n	Rango de u	Número de datos n	Rango de u
12	5 - 8	32	13 - 20
14	5 - 10	34	14 - 21
16	6 - 11	36	15 - 22
18	7 - 12	38	16 - 23
20	8 - 13	40	16 - 25
22	9 - 14	50	22 - 30
24	9 - 16	60	26 - 36
26	10 - 17	70	31 - 41
28	11 - 18	80	35 - 47
30	12 - 19	100	45 - 57

TABLA 1

Rango del número de secuencias (*u*) para un registro homogéneo

d) Prueba de homogeneidad de Cramer

La prueba de Cramer es bastante útil, para investigar la homogeneidad de una muestra. En la prueba de Cramer, se utiliza la media (\bar{x}) y la desviación típica (S) del registro total de n valores. Por otra parte:

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=k+1}^{i=k+n} x_i}{n}$$

$$\bar{\tau}_k = \frac{(\bar{x}_k - \bar{X})}{S}$$

$$t_k = \left[\frac{n(n-2)}{n-n'(1-(\tau_k)^2)} \right]^{1/2} (\tau_k)$$

La estadística t_k tiene distribución t de Student de dos colas con $\nu = n - 2$ grados de libertad y es utilizada en la misma forma que la estadística t_d , (Campos, 1998).

e) Prueba de independencia de Anderson

Para llevar a cabo un ajuste a un modelo de probabilidades se requiere que la muestra esta compuesta de variables aleatorias. Para probarlo se aplica la prueba de independencia de Anderson, la cual hace uso del coeficiente de autocorrelación serial para diferentes tipos de retraso k .

$$r_k^j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j-k} (h_i^j - \bar{h}^j)(h_{i+k}^j - \bar{h}^j)}{\sum_{i=1}^{n_j} (h_i^j - \bar{h}^j)^2}$$

Donde:

$$\bar{h}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} h_i^j}{n_j}$$

Además, los límites al 95% de confianza para r_k^j se pueden obtener como:

$$r_k^j(95) = \frac{-1 \pm 1.96 \sqrt{(n_j - k - 1)}}{n_j - k}$$

La gráfica de los valores estimados para r_k^j (ordenadas) contra los tiempos de retraso k (abcisas), junto con sus correspondientes límites de confianza, se llama *correlograma de la muestra*. Si solo el 10 % de los valores r_k^j

sobrepasan los límites de confianza se dice que la serie h_i^j es independiente y por lo tanto es una variable que sigue las leyes de la probabilidad (Escalante *et al.*, 2002).

f) Resultados de la aplicación a la zona de estudio

Al aplicar las pruebas descritas anteriormente a cada estación, se observa que todas las muestras son independientes y en su mayoría son homogéneas, este análisis se realizó con el programa Análisis de Frecuencias AFA Versión 1.1 (Gómez *et al.*, 2010). Según Escalante y Reyes (2002) las pruebas de homogeneidad no son determinantes para eliminar la estación de un análisis estadístico, sin embargo, la prueba de independencia debe ser positiva para que dicha estación sea considerada.

Regionalización de llluvias

a) Prueba de Fisher

Se aplicó el método de las estaciones-año a las 62 estaciones elegidas, para ello se dividieron los máximos anuales entre la media de la muestra; a estos datos se les llama *datos modulados*, se calculó la varianza de la muestra de datos modulados, de cada estación y se aplicó la prueba de Fisher con lo que quedaron 58 estaciones ya que fueron excluidas las estaciones (7185, 7077, 7119 y 7339). Cabe mencionar que la estación 7347 (Guadalupe Victoria) estrictamente no pasa la prueba, sin embargo, decidió incluirse porque esta estación registró la máxima precipitación de todas las estaciones de la costa durante el evento de 2005, es un dato validado por la CONAGUA y puede ser determinante en el ajuste con funciones de distribución de probabilidades.

Para aplicar la prueba de Fisher se hicieron las siguientes consideraciones:

1. Se calculó la relación entre varianzas para todas las estaciones.
2. Se obtuvo de la tabla para 1% de nivel de significancia el valor correspondiente, entrando con el número de datos de la muestra que tiene la varianza más grande en el eje horizontal y con el número de datos que tiene la muestra con menos varianza en el eje vertical.
3. Se multiplicó la relación entre varianzas por un factor de 1.5. Si este dato era igual o menor que el dato obtenido de la tabla de Fisher la muestra pasa la prueba de Fisher (Carrizosa, 1997).
4. Por último, se contabilizó el número de casos en que la estación pasaba la prueba del punto 3. Pasaba la prueba sí menos del 50% de la estación estaba marcada con celdas amarillas se consideró homogénea con el grupo.

Con la prueba anterior se determinó un registro de 58 estaciones con 2425 datos modulados. A los datos modulados, de las 58 estaciones, se les realizó un ajuste de función de probabilidades con el programa AX (Jiménez et al., 1997), el cual tiene las funciones Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel, proporcionando también un resumen de los errores estándar, el cual indicará la mejor función a la cual se ajustó la muestra. También se utilizó el programa AFINS (Botero, 2006) para ajustar los datos a una distribución llamada de Dos Componentes de Valores Extremos, conocida por sus siglas en inglés como TCEV.

b) Momentos L

Por otro lado se aplicó el método de los Momentos-L, de acuerdo a la metodología propuesta por Hosking y Wallis (1997), para determinar una región homogénea se grafican el coeficiente de curtosis, t_4 , versus coeficiente de asimetría, t_3 . Si al graficar estos coeficientes, ellos se encuentran en una elipse concéntrica con los ejes mayor y menor elegidos para ajustar los datos a la elipse, como se observa en la figura 4 los puntos que quedan fuera de la elipse se les llama discordantes y no pertenecen a la región homogénea, en este caso son las estaciones climatológicas 7079 y 7347 (encerradas en círculos rojos). La media de los coeficientes de curtosis y asimetría se presentan en la Figura 4 por medio de un cuadro color azul.

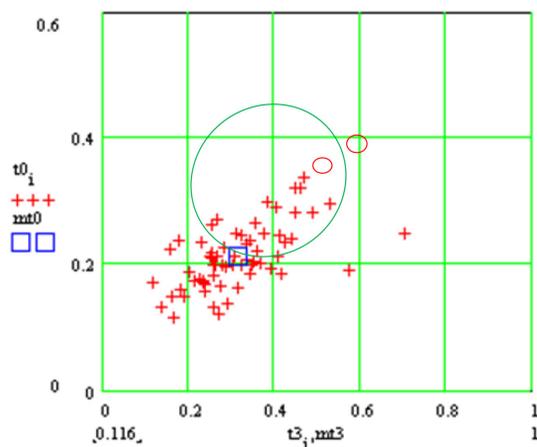


FIGURA 4

Estaciones discordantes al grupo de la región hidrológica número

Para aplicar la prueba de discordancia se supone que hay N estaciones en una región. Donde $u_i = [t_2^i, t_3^i, t_4^i]^T$ es la matriz horizontal transpuesta de los coeficientes de variación, asimetría y curtosis.

Así $\bar{u} = N^{-1} \sum_{i=1}^N u_i$ es promedio del grupo. Definiendo la matrix de la suma de los cuadrados y el producto cruz,

$$A = \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{u})(u_i - \bar{u})^T$$

Para definir la medida de discordancia en la región se utiliza la siguiente ecuación;

$$D_i = \frac{1}{3} N (u_i - \bar{u})^T A^{-1} (u_i - \bar{u})$$

Para afirmar si la estación i es discordante del grupo, D_i debe de exceder un valor crítico dado.

Se obtuvo que el número de estaciones de la región es mayor que 15 por lo tanto el valor crítico de la discordancia es de 3, por tanto las estaciones 7,347, 7,379, 7,060, 7,079 y 7,227 son discordantes y no son homogéneas a la región.

c) Resultados del proceso de regionalización

A los datos modulados, de las 58 estaciones, se les realizó un ajuste de función de probabilidades con el programa AX y con el programa AFINS, el AX tiene las funciones Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel y el AFINS las funciones Gumbel, de Dos Componentes de Valores Extremos (TCEV), General de Valores Extremos, SQRT-ETmax, LogNormal, Log Gumbel, Pareto 3 y Exponencial, este último programa proporciona la verosimilitud como indicador del mejor ajuste, y el primer programa proporciona un resumen de los errores estándar como indicador del mejor ajuste de una muestra. En las figuras 5, 6 y 7 se observan los ajustes de los datos modulados, en el programa AX el mejor ajuste resultó ser la función Log-Normal de 3 parámetros, sin embargo se consideró también a la función Doble Gumbel. Con el programa AFINS la función de mejor ajuste resultó ser la de Dos Componentes de Valores Extremos, en la Figura 8 se muestra un comparativo de las tres funciones y en la Tabla 2 se presentan los resultados de datos modulados asociados a un periodo de retorno de las tres funciones.

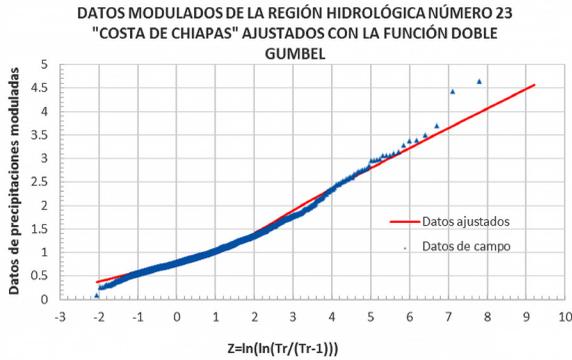


FIGURA 5

Ajuste de los datos modulados con la función Doble Gumbel, con el programa AX

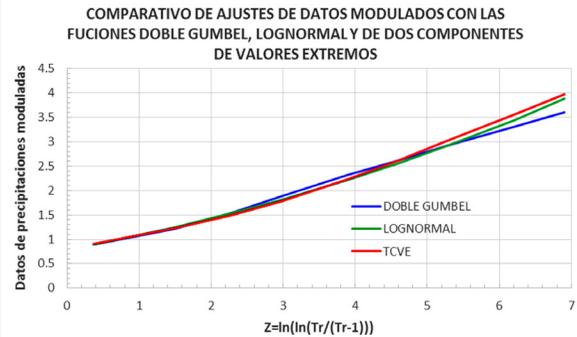


FIGURA 8

Ajustes de los datos modulados con las funciones Doble Gumbel, LogNormal y de Dos Componentes de Valores Extremos

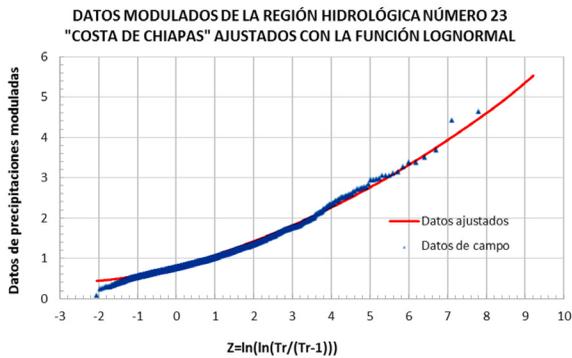


FIGURA 6

Ajuste de los datos modulados con la función Log-Normal de 3 parámetros por momentos, con el programa AX

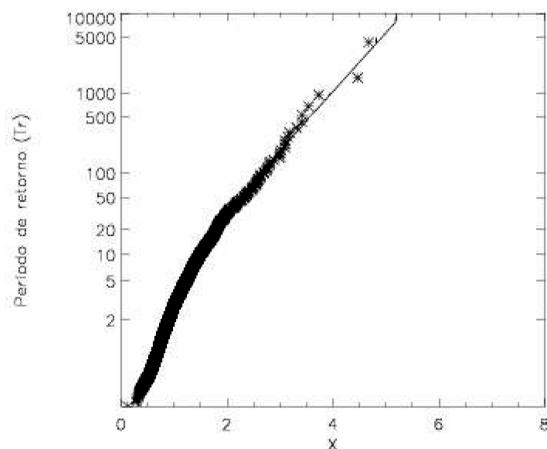


FIGURA 7

Ajuste de los datos modulados con la función de Dos Componentes de Valores Extremos, con el programa AFINS Versión 2.0

Tr (años)	Doble Gumbel	Log-Normal	TCEV
2	0.89	0.89	0.90
5	1.21	1.25	1.22
10	1.52	1.52	1.48
20	1.88	1.81	1.77
50	2.32	2.22	2.23
100	2.62	2.56	2.62
200	2.92	2.92	3.02
500	3.31	3.44	3.56
1000	3.61	3.88	3.97
2000	3.90	4.35	4.38
5000	4.28	4.97	4.92
10000	4.57	5.53	5.34

TABLA 2

Datos modulados asociados a diferentes periodos de retorno

En la tabla 3 se muestra el resumen de errores estándar que muestra el programa AX, en la tabla 4 se muestran el ajuste de los datos modulados para las tres funciones de distribución de probabilidades, mencionadas en la tTabla 2.

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	0.188	-----	0.188	-----
Lognormal	0.078	0.031	0.102	0.976
Gumbel	0.093	-----	0.114	-----
Exponencial	0.055	-----	0.571	-----
Gamma	0.118	0.085	0.131	0.125
Doble Gumbel	0.035			
Mínimo error estándar: 0.031				
Calculado por la función: Log-Normal (momentos) 3p				

TABLA 3

Resumen de los errores estándar proporcionado por el programa AX

De acuerdo a la tabla 3 la función que mejor se ajusta es la Log-Normal de 3 parámetros por momentos, sin embargo en estudios que se han realizado para la región hidrológica número 23 (Domínguez *et al.*, 2006) tradicionalmente la función Doble-Gumbel es utilizada, ya que se ajusta a dos poblaciones de datos de precipitaciones, aquellas que son generadas por eventos climatológicos propios de la región y precipitaciones generadas por eventos extremos como tormentas tropicales (Larry en 2003), huracanes (Stan en 2005) o lluvias extremas como las ocurridas en 1998 (Echeverri, *et al.*, 2007).

El mejor ajuste aplicando el programa AFINS fue la función TCEV, en la figura 7 se observa que los datos modulados se ajustan muy bien a la curva mencionada. La metodología para aplicar el método de regionalización de estaciones años considera que la muestra modulada puede ser ajustada a cualquier función de distribución de probabilidades (Escalante *et al.*, 2002). Por tanto se utilizarán los datos modulados ajustados a la función TCEV, asociados a diferentes periodos de retorno, ya que es la función que mejor se ajusta de las tres propuestas.

Tr (años)	Doble Gumbel	Log-Normal	TCEV
2	0.89	0.89	0.90
5	1.21	1.25	1.22
10	1.52	1.52	1.48
20	1.88	1.81	1.77
50	2.32	2.22	2.23

Tr (años)	Doble Gumbel	Log-Normal	TCEV
100	2.62	2.56	2.62
200	2.92	2.92	3.02
500	3.31	3.44	3.56
1000	3.61	3.88	3.97
2000	3.90	4.35	4.38
5000	4.28	4.97	4.92
10000	4.57	5.53	5.34

TABLA 4

Datos modulados asociados a diferentes periodos de retorno.

Una vez que se decidió que la mejor función es la TCEV los datos modulados se multiplican por la precipitación media de cada estación y se obtienen las precipitaciones asociadas a diferentes periodos de retorno, con estas precipitaciones se procede a dibujar las isoyetas.

Con el procedimiento descrito en anteriormente se obtuvieron los mapas de isoyetas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años. Las figuras 9 a 13 muestran las isoyetas correspondientes a 100, 500, 1000, 5000 y 10000 años de periodo de retorno.

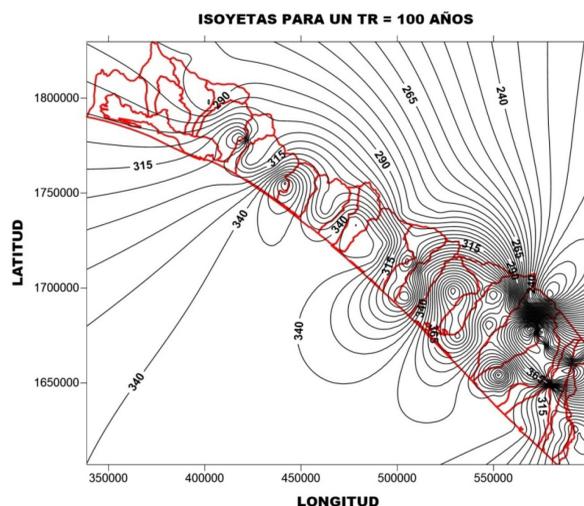


FIGURA 9

Isoyetas asociadas a un periodo de retorno de 100 años

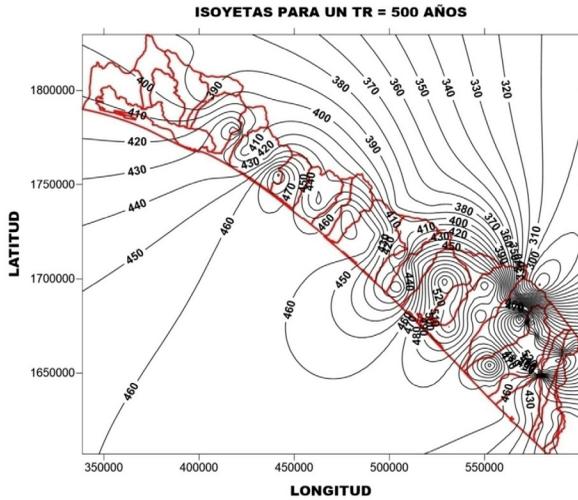


FIGURA 10 Isoyetas asociadas a un periodo de retorno de 500 años

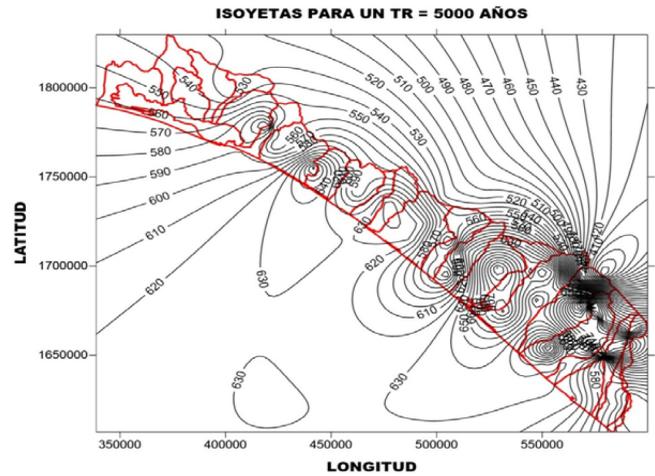


FIGURA 12 Isoyetas asociadas a un periodo de retorno de 5000 años

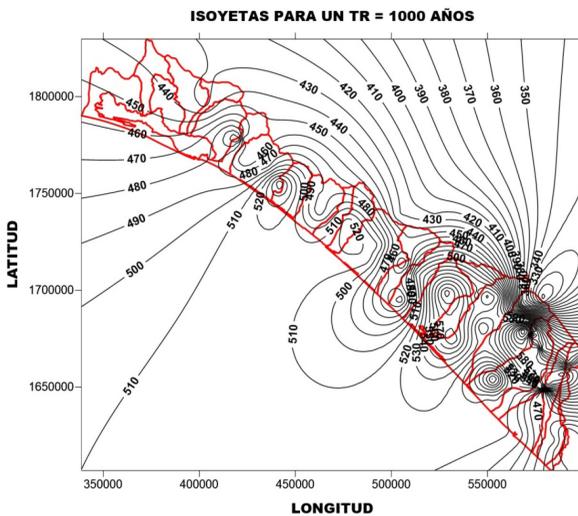


FIGURA 11 Isoyetas asociadas a un periodo de retorno de 1000 años

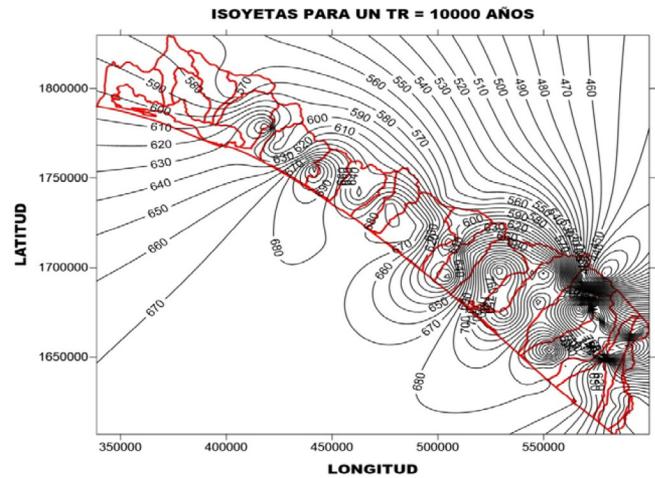


FIGURA 13 Isoyetas asociadas a un periodo de retorno de 10000 años

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un estudio regional de lluvias, aplicando el método de las estaciones-año. Esto con objeto de aplicar modelos lluvia-escurrimiento, como el Hidrograma Unitario Triangular, el del Servicio de Conservación de Suelos, el modelo TR-55 y el modelo de Chow.

En la selección de estaciones, se consideró toda la parte chiapaneca de la región hidrológica número 23, Costa de Chiapas, que en principio se localizaron 78 estaciones. Se decidió incluir en el estudio a las estaciones con un mínimo de 20 años de registro, con lo que se logró un grupo de 62 estaciones.

Posteriormente se aplicó la prueba de Fisher y de Momentos L para estudiar la homogeneidad regional de las estaciones, con lo que se logró contar con un nuevo grupo, de 58 estaciones para Fisher y 59 para Momentos L, se decidió utilizar la prueba de Fisher para desarrollar la metodología de regionalización y la de Momentos L como prueba de validación. Con los datos de cada estación se obtuvieron muestras de datos modulados (divididos entre la media de cada estación), con ello se logró una muestra de 2,425 datos.

A la muestra de datos modulados se les ajustaron distintas funciones de distribución de probabilidades, utilizando los programas AX y AFINS. Los mejores resultados se obtuvieron con las funciones de distribución Log Normal, Doble Gumbel y TCEV. Se decidió usar la función TCEV que fue la de menor error de ajuste con los datos de campo. Posteriormente utilizando los resultados asociados a distintos periodos de retorno obtenidos con esta función, multiplicando el dato modulado asociado a cada Tr por la precipitación media de cada una de las estaciones, se obtuvieron las precipitaciones de diseño asociadas a los periodos de retorno utilizados.

Por último, usando los resultados anteriores, con el programa SURFER se obtuvieron los mapas de isoyetas asociadas a los distintos periodos de retorno.

Los resultados finales son las isoyetas de precipitaciones asociadas a periodos de retorno, que son de gran utilidad para el análisis hidrológico, ya que es práctica común utilizar una sola estación en el diseño hidrológico, la importancia de la aplicación de estos métodos radica en la utilización de todas las precipitaciones máximas registradas de un grupo de estaciones que estadísticamente tienen similitudes, obteniendo así un análisis robusto para fines hidrológicos.

LITERATURA CITADA

- BOTERO, B.A. AND F. FRANCÉS, 2006.** *Análisis de frecuencia de extremos con información sistemática y no sistemática.* Grupo de Investigación de Hidráulica e Hidrología; Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia. En <http://lluvia.dihma.upv.es/>
- CARRIZOSA E., 1997.** *Regionalización de gastos máximos en la cuenca de la vertiente del pacífico centro de la República Mexicana.* Tesis de maestría. División de estudios de posgrado de la facultad de ingeniería de la UNAM.
- DOMÍNGUEZ-MORA R., 2006.** *Estimación regional de las precipitaciones y escurrimientos asociados a distintos periodos de retorno en la cuenca de tres ríos de la sierra de Chiapas.* Informe para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto de Ingeniería de la UNAM. México.
- ECHEVERRI-VÉLEZ, C., 2007.** *Estudio de las crecientes en las cuencas de la costa del estado de Chiapa.* Tesis de maestría. División de estudios de posgrado de la facultad de ingeniería de la UNAM.
- ESCALANTE-SANDOVAL, C. Y L. REYES-CHÁVEZ, 2002.** *Técnicas estadísticas en hidrología.* Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- GÓMEZ J.F., M.J. APARICIO Y C. PATIÑO, 2010.** *Manual de análisis de frecuencia en hidrología.* Programa AFA versión 1.1. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos. México.
- GUICHARD-ROMERO, D., J.J. MUCIÑO-PORRAS, M.A. AGUILAR-SUAREZ, C. TRIANA Y F. NÁJERA, 2006.** *Proyecto integral para la prevención y atención de inundaciones de la costa de Chiapas.* Informe interno de la Universidad Autónoma de Chiapas. México.

- GUICHARD-ROMERO, D., 1998.** *Regionalización de lluvias y escurrimientos en la cuenca del alto río Grijalva*. Tesis de maestría. División de estudios de posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- HOSKING, J.R.M. Y J.R. WALLIS, 1997.** *Regional frequency analysis*. Universidad de Cambridge, Estados Unidos de América.
- JIMÉNEZ E. M., M. R. DOMÍNGUEZ Y M.M. CRUZ, 1997.** *Manual de operación de los programas ax.exe y carachid.exe*. Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED.
- PALACIOS-CARVAJAL, S., 2010.** *Tormentas de diseño en el río Grijalva*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- UTRILLA, L. J. Y C. J. RAMÍREZ, 2006.** *Análisis de la correlación del régimen de precipitación del estado de Chiapas contra el ciclo de enos*. Tesis de licenciatura UNACH.

Análisis experimental de la capacidad a compresión y carga de paneles elaborados con concreto ligero reciclado

Francisco Alonso¹, Luis Reynosa¹,
Ernesto Castellanos¹, Moisés Nazar¹
Juan Cruz¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Autor de correspondencia: Francisco Alberto Alonso Farrera. Tel.: 5219612333737. E-mail: alfa@unach.mx

RESUMEN

En este proyecto se presenta el estudio de un prototipo de paneles elaborados con concreto ligero para la construcción de viviendas unifamiliares modulares. Se utiliza como material aligerante perlitas de unícel (Poliestireno Expandido, EPS) obtenido del reciclado de empaques y envases. Para conocer la capacidad de carga, su resistencia a compresión y su peso volumétrico, se realizó una serie de ensayos basados en las normas mexicanas. Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que los paneles cumplen con lo establecido para ser utilizados como muros de carga.

Palabras Clave: paneles, EPS, concreto Ligero.

ABSTRACT

The article presents a technical studio of a prototype for the construction of modular single-family home using lightweight concrete panels. Expanded polystyrene (EPS) recycled is used as lightweight material. In order to know the load capacity, its resistance compressive strenght and its volumetric weight, a series of tests were carried out based on the Mexican norms. The results obtained in the study demonstrate that the panels can be used as structural walls.

Key words: panels, EPS, lightweight concrete.

INTRODUCCIÓN

En México existe un tipo de vivienda llamada de *Interés social*¹ que está consignada a grupos de personas con escasos recursos económicos. Estas viviendas de interés social son construidas en serie; tienen un área aproximada que varía de 30 hasta los 80 metros cuadrados, con diseños estructurales y arquitectónicos parecidos entre sí, basados en las condiciones mínimas del reglamento de construcción vigente en la zona (Trujillo *et al.*, 2010).

Una vivienda, casa prefabricada o modular son aquellas viviendas construidas en un entorno industrializado, las cuales tienen ensambladas la mayor parte de sus elementos y solo necesita ser ubicada en un espacio para su correcta organización, estas viviendas pueden tener una o varias secciones (Jiménez, 2012).

Actualmente, los problemas ambientales ocupan la agenda internacional, entre los que destacan la contaminación del agua y degradación del suelo; y siendo el poliestireno expandido (EPS) uno de los materiales que

se producen en grandes cantidades, lo que lo convierte en un material con un potencial altamente aprovechable, especialmente para la industria de la construcción, sin embargo, no hay gran campo de acción para éste como un agregado verdaderamente funcional para concretos estructurales, que soporten grandes cargas, debido en gran medida a sus pobres propiedades mecánicas y existen aún menos estudios que nos hablen de cómo utilizar los desechos producidos por EPS (López, 2013).

Desde su aparición, el concreto ligero se ha obtenido mediante diversas metodologías, entre las cuales se puede mencionar el uso de espumas ligeras o el remplazo total y parcial de los áridos convencionales por áridos de baja densidad (Liu y Chen, 2014).

Es evidente que el uso del EPS en la construcción no es nuevo, sin embargo, lo que se pretende con este proyecto es implementar el EPS reciclado en sustitución del agregado grueso y con ello proporcione una mayor ligereza a los paneles para muros de carga y divisorios en viviendas y al mismo tiempo reducir los desechos que el

EPS produce; existen diversos artículos donde se describen como se ha intentado hacer esto, con resultados no muy satisfactorios desde el punto de vista de la resistencia.

El objetivo del proyecto es reciclar EPS y con ello reducir las desventajas, debidas al exceso de peso, y fabricar paneles ligeros ecológicos (figura 1) para emplearse en viviendas modulares (figura 2).

METODOLOGÍA

Debido al carácter ecológico que este proyecto abarca, se parte desde este enfoque mediante la recolección del material a reciclar en cualquier presentación o forma, en este caso, poliestireno expandido. Posterior a la recaudación de EPS, este fue sometido a un proceso de remoción de material ajeno al que interesa, alejando así cualquier materia que pueda influenciar en el desempeño y características del concreto aparte de las deseadas por el efecto mismo del EPS. Finalmente, el EPS es licuado para obtener las partículas que se necesitan en la fabricación del concreto ligero (figura 3).

Para la realización de las dosificaciones se toma como base la de un concreto con resistencia de 150 kg/cm^2 de acuerdo a lo establecido por el IMCYC (2011) realizando los ajustes pertinentes, como es el caso de la sustitución del agregado grueso por el de EPS reciclado.

Se procedió a elaborar cilindros de concreto ligero de acuerdo a lo establecido en las normas mexicanas del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE) en específico la NMX-C-159-ONNCCE-2004, que es la de "Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio", los cuales fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días respectivamente (figura 4), apegándose a los procesos de la norma, NMX-C-109-ONNCCE-2010, "Cabeceo de especímenes cilíndricos" y la NMX-C-083-ONNCCE-2002 "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto" (IMCYC, 2011).

Después de conocer la resistencia de diseño se procedió a la elaboración de paneles ligeros de acuerdo a una propuesta arquitectónica de vivienda modular, elaborando paneles con dimensiones de 0.60 m de ancho, 1.20 m de largo y 0.08 m de espesor, reforzadas con malla de

gallinero (figura 5), los cuales fueron ensayados mediante la aplicación de cargas cíclicas, para conocer su resistencia a la flexión (figura 6).

RESULTADOS

Los especímenes de concreto ligero fueron ensayados en el laboratorio de Tecnología del Concreto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, de acuerdo a las normas establecidas por el ONNCCE, obteniéndose los siguientes resultados: El promedio de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto ligero fue de 120 kg/cm^2 , el cual es un buen resultado si lo comparamos con el peso volumétrico obtenido que fue de 1650 Kg/m^3 en relación con el del concreto convencional que es de 2200 kg/m^3 . En cuanto a los paneles de concreto ligero el resultado obtenido ante ciclos de carga y descarga de carga viva fue en promedio de 400 kg/cm^2 , lo cual es mayor a los 170 kg/cm^2 que marca para sistemas de losa de entrepiso, el reglamento de construcción de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas demuestran que el uso de material reciclado para aligerar el concreto cumple con lo establecido por las normas mexicanas, por lo que puede emplearse para elaborar concreto ligero con buena resistencia a la compresión a bajo peso volumétrico. Así también, se puede concluir que los paneles ligeros pueden ser empleados como sistemas de bovedilla para la implementación de losas aligeradas, con capacidades de carga superiores a elementos convencionales que se usan en este tipo de sistemas de piso, garantizando la seguridad establecida en las normas a un costo bajo y con un peso volumétrico ligero.

La construcción de viviendas modulares usando paneles ligeros es una solución ecológica debido a que se recicla uno de los materiales que menos se reciclan en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, así también al ser elementos ligeros disminuyen la carga transmitida al suelo disminuyendo el tamaño de la cimentación y también se tiene una vivienda sismoresistente.

APÉNDICE

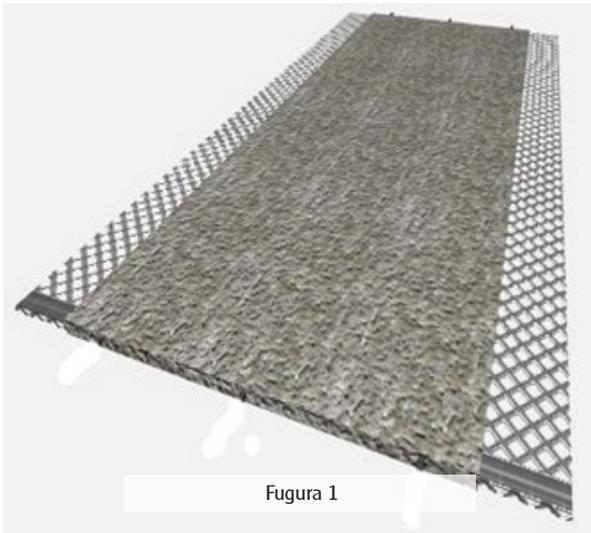


Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6

LITERATURA CITADA

- IMCYC, 2011.** *Posibilidades del concreto*. Construcción y Tecnología en Concreto, 13. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- JIMÉNEZ, G., 2012.** *Viviendas prefabricadas modulares con el Sistema Steel Framing para el área metropolitana de la Ciudad de México*. México, D.F.: UNAM.
- LIU N., & CHEN, B., 2014.** Experimental study of the influence of EPS particle size on the mechanical properties of EPS lightweight concrete. *Science Direct*, 227 - 232.
- LÓPEZ, M., 2013.** *Evaluación de los procesos de corrosión en concretos aligerados con EPS expuestos en medios simulados y reales*. Xalapa, Veracruz.
- TRUJILLO, L., A. ORDUÑA, y R. LICEA, 2010.** *Análisis experimental de un sistema constructivo innovador para vivienda económica en zonas sísmicas*. Sismica.

Evidencias del cambio climático en la cuenca del Río Sabinal, Chiapas, México

José A. Figueroa G.¹, Daisy Escobar C.¹,
Hugo A. Guillén T.¹, Janio A. Ruíz S.¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez Km 1081. Cel 9611713091. Correo electrónico:jose.figueroa@unach.mx

RESUMEN

La Organización Meteorológica Mundial y el Grupo de Expertos en Detección de Cambio Climático e Índices (ETCCDI) han propuesto 27 indicadores para la detección y monitoreo de cambios en los extremos del clima. Estos índices fueron calculados a partir de las series de datos observados de temperaturas –máximas y mínimas– y precipitación de un periodo de más de 50 años en dos estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca del Río Sabinal, Chiapas, México. La evidencia demuestra que de los 27 índices climáticos definidos por el ETCCDI, se constata una tendencia estadísticamente significativa en cinco índices relacionados con la temperatura del aire. Ambas estaciones muestran una tendencia al aumento de las noches tropicales (TR20), la temperatura mínima extrema (TNn) y la frecuencia de noches cálidas (TN90p), mientras que presentan una tendencia negativa (disminución) de la frecuencia de noches frías (TN10p) y el indicador de duración de los periodos fríos (CSDI), por lo que se puede concluir que la temperatura mínima y máxima presentan una tendencia ascendente significativa. No obstante, la base de datos considerada no permite identificar tendencias estadísticamente significativas en los índices relacionados con la precipitación.

Palabras clave: índices de cambio climático, cuenca hidrológica, Río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

ABSTRACT

The World Meteorological Organization and The Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) have proposed 27 indices to detect and monitoring the changes in the climate extremes. These indices have been calculated from observed temperature data series –maximum and minimum– and precipitation of a period from more than 50 years in two climatological stations located in the basin of the Río Sabinal, Chiapas, Mexico, where they found from 27 ETCCDI climatic indices that it has obtained same tendency statistically significant in five indices related with the air temperature; As result, both climatological stations show an increasing trend of tropical nights (TR20), the minimum temperature (TNn) and the warm nights (TN90p), while they come up with a negative trend to the cold nights (TN10p) and the cold spell duration indicator (CSDI), so it can be concluded that the minimum and maximum temperature have a significant upward trend. The considered data base does not let identificate stadistically significance trends in the indices related to the precipitation.

Key words: climatic change indices, hydrological basin, Sabinal River, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los términos *Calentamiento global* y *Cambio climático* son conceptos que se encuentran estrechamente relacionados, a tal grado que en ocasiones suelen ser confundidos o utilizados como sinónimos. Según el IPCC (2007) el calentamiento global hace referencia al aumento gradual observado o previsto de la temperatura mundial en la superficie, como una de las consecuencias del forzamiento radiativo provocado por las emisiones antropogénicas. El cambio climático es una variación del

estado del clima, que puede deberse a procesos internos naturales, a controles externos o a cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera.

La variabilidad del clima es un hecho constatado (IPCC, 2013) que genera múltiples desafíos ambientales, sociales y de gestión del territorio y sus recursos; las consecuencias del cambio climático tendrán efectos diferentes en cada zona geográfica. De acuerdo con el informe IPCC (2007), las consecuencias del cambio climático más relevantes en Latinoamérica se vinculan con variaciones en el régimen de precipitación y de escurrimiento superficial;

modificaciones en el número de incendios forestales, rendimiento de los cultivos y afectación en la disponibilidad de agua para consumo humano, agricultura y generación de energía hidroeléctrica. Por ello, el cambio climático es motivo de un apasionado debate científico que plantea una considerable incertidumbre temporal, espacial y de magnitud; sin embargo, hay un importante consenso en su veracidad y en las consecuencias que se irán manifestando cada vez más en los ecosistemas, así como en los sistemas socio-económicos asociados (IPCC, 2013).

La precipitación y la temperatura del aire son dos de las más importantes variables en el campo de la climatología e hidrología. La precipitación es un componente crítico en el proceso lluvia-escurrimiento que tiene influencia directa tanto en las inundaciones como en los periodos de sequía. La temperatura, por otra parte, juega un prominente y bien conocido rol en la evaporación,

transpiración y demanda de agua tanto de animales como de humanos. Al mismo tiempo, tiene efectos significativos para el suministro de agua y su disponibilidad. Consecuentemente, las implicaciones de cambios en la precipitación y la temperatura son cruciales para los planificadores en relación con la evaluación exacta de su comportamiento e impacto de las variables hidrológicas.

Una manera de medir estos fenómenos climáticos es a través de indicadores, los cuales ilustran y comunican de forma sencilla un proceso complejo que incluye tendencias y progresión a lo largo del tiempo; estas mediciones, por lo general, son cuantitativas. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el ETCCDI por sus siglas en inglés, han formulado y definido un conjunto de 27 índices para estudiar situaciones climáticas aplicando una metodología que garantiza el análisis global de resultados; dichos índices se detallan en la tabla 1.

Código	Nombre	Definición
SU25	Días de verano	Número de días en 1 año en que TX > 25°C
ID0	Días con hielo	Número de días en 1 año en que TX < 0°C
TR20	Noches tropicales	Número de días en 1 año en que TN > 20°C
FD0	Días con helada	Número de días en 1 año en que TN < 0°C
GSL	Duración de la estación de crecimiento	Número de días en 1 año entre la primera racha de, como mínimo, 6 días con TG>5°C y la primera racha después de 1 de julio con, como mínimo, 6 días con TG<5°C
TXx	Temperatura máxima extrema	Valor máximo anual de la temperatura máxima diaria
TXn	Temperatura máxima más baja	Valor mínimo anual de la temperatura máxima diaria
TNx	Temperatura mínima más alta	Valor máximo anual de la temperatura mínima diaria
TNn	Temperatura mínima extrema	Valor mínimo anual de la temperatura mínima diaria
Tx10p	Frecuencia de días frescos	Porcentaje de días en que TX <percentil 10
Tx90p	Frecuencia de días calurosos	Porcentaje de días en que TX >percentil 90
Tn10p	Frecuencia de noches frías	Porcentaje de días en que TN <percentil 10
Tn90p	Frecuencia de noches cálidas	Porcentaje de días en que TN >percentil 90
WSDI	Duración de los periodos cálidos	Número de días en un año que, como mínimo, hay 6 días consecutivos con TX >percentil 90
CSDI	Duración de los periodos fríos	Número de días en un año que, como mínimo, hay 6 días consecutivos con TN <percentil 90
DTR	Rango diurno de temperatura	Media anual de la diferencia entre TX y TN
Rx1day	Precipitación máxima en un día	Valor máximo anual de la PPT diaria
Rx5day	Precipitación máxima en cinco días	Máxima anual de la PPT registrada en 5 días consecutivos
SDII	Índice simple de intensidad diaria	PPT total anual dividida entre el número de días con PPT ≥ 1mm
R10	Días con lluvia mayor a 10 mm	Número anual de días en que PPT ≥ 10mm
R20	Días con lluvia mayor a 20 mm	Número anual de días en que PPT ≥ 20mm
R25	Días con lluvia mayor a 25 mm	Número anual de días en que PPT ≥ 25 mm

Código	Nombre	Definición
CDD	Días secos consecutivos	Máximo número en 1 año de días consecutivos con PPT < 1 mm
CWD	Días húmedos consecutivos	Máximo número en 1 año de días consecutivos con PPT ≥ 1 mm
R95p	Días muy húmedos	PPT total anual (en días en que PPT ≥ 1 mm) cuando la PPT diaria acumulada es superior al percentil 95
R99p	Días extremadamente húmedos	PPT total anual (en días en que PPT ≥ 1 mm) cuando la PPT diaria acumulada es superior al percentil 99
PRCPTOT	Precipitación total	PPT total anual en días en que PPT ≥ 1 mm

TABLA 1

Índices climáticos definidos por el ETCCDI

Nota: donde TN es la temperatura mínima, TX la temperatura máxima, TG la temperatura media y PPT la precipitación; el cálculo de percentiles, si corresponde, se realiza tomando como período de referencia el trentenio 1961-1990. Fuente: Vázquez (2010)

Estudios de búsqueda de tendencias climáticas en la temperatura

Se han consultado diversos estudios relacionados con las tendencias climáticas en diversas regiones del planeta, con el objetivo de contar con un panorama global sobre la situación del tema. El estudio desarrollado por Arora, M., Goel, N. K, y Singh, P. (2005) analiza los registros de temperatura –media, máxima y mínima– de 125 estaciones climatológicas de la India. Los investigadores identifican que la temperatura en el país ascendió en el periodo de 1941 a 1999, con valores promedio de 0.42, 0.92 y 0.09 °C por cada 100 años, respectivamente. Igualmente, Singh, P., Kumar, V., Thomas, T. y Arora, M. (2008) realizan una investigación que examina los datos concernientes a 100 años de temperatura en la India – media, máxima y mínima–, con base en los registros de 43 estaciones climatológicas y siete cuencas en los que identifican una tendencia ascendente en la temperatura media con valores que varían de 0.40 a 0.60 °C por cada 100 años.

Por su parte, Martínez, C. J., Maleski, J. J. y Miller, M.F. (2012) llevan a cabo un estudio para encontrar tendencias en las temperaturas medias, máximas y mínimas del estado de Florida, Estados Unidos. Los resultados de la investigación constatan tendencias ascendentes en la temperatura máxima en algunas de las estaciones estudiadas y descendentes en otras del mismo estado. Un estudio similar de Campos-Aranda (2015) sobre 16 estaciones climatológicas del estado de Zacatecas, México, con más de 50 años de registro de temperatura máxima del mes de mayo, constata que cuatro de las ocho estaciones climatológicas de la Región Hidrológica 12 Parcial (río Santiago) presentan tendencia ascendente significativa.

De igual manera, Chattopadhyay, S., y Edwards, D. (2016) estudiaron 42 estaciones con datos de temperatura del Estado de Kentucky, Estados Unidos de América, e identifican que únicamente tres estaciones presentaron tendencia ascendente de la temperatura media anual. Finalmente, el estudio realizado por Gil-Guirao, S. y López-Bermúdez, F. (2011) encuentra evidencias de una ligera tendencia al aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones en la cuenca del río Quípar, España.

Proyecciones climáticas para el estado de Chiapas

Chiapas es uno de los estados de la República Mexicana que cuenta con una gran diversidad de especies y ecosistemas. La región forma parte de la zona hidrológica número 30 Grijalva Usumacinta, la cual es una cuenca transfronteriza que nace en la República de Guatemala y cruza los estados de Chiapas y Tabasco, una parte menor del estado de Campeche y una pequeña porción de los estados de Oaxaca y Veracruz. La cuenca del río Grijalva comprende cuatro porciones geográficas bien definidas que se conocen con los nombres de Alto Grijalva, Medio Grijalva, Bajo Grijalva –Sierra– y Bajo Grijalva –Planicie–. La cuenca del río Sabinal, se encuentra dentro de la porción Medio Grijalva.

Según Ramos (2010) las tendencias climatológicas previstas en el estado de Chiapas se relacionan con el incremento en la temperatura media proyectada, simuladas con el Modelo Japonés TL959 bajo el escenario SRES A1B. Para el año 2020 se prevé un aumento de 1.1 °C, para el año 2030 incrementará entre 1.5 y 1.7° C, y para 2080 aumentará 2.2° C. Respecto a las variantes en la precipitación, la prospectiva es un decremento de 4% para el año 2020, entre el 6% y 8% para el año 2030, y entre el 10% y 14% para el año 2080.

Esta investigación tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la variabilidad climática, en el marco del cambio global, al analizar la evolución de las precipitaciones y temperaturas que permiten explicar los posibles

patrones de cambio a través de los índices climáticos del ETCCDI, en una pequeña cuenca hidrológica del Sureste Mexicano, la del río Sabinal, Chiapas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La cuenca del río Sabinal (figura 1), cuenta con un área aproximada de 407 km², está ubicada dentro de la Región Hidrológica núm., 30 denominada Grijalva-Usumacinta, en la cuenca administrativa Grijalva-Tuxtla Gutiérrez. La temperatura media anual es de 25.4 °C, la temperatura promedio máxima es de 32.3 °C y la temperatura promedio mínima es de 18.3 °C. De acuerdo con los límites de temperatura media anual establecidos por García (2004), la cuenca presenta una condición del clima que tiende a ser semicálido en la región poniente (San Fernando y Berriozábal), ya que su temperatura media anual se acerca a los 22 °C, y una condición de clima que tiende a ser muy cálido hacia el oriente (Tuxtla Gutiérrez) con temperaturas medias próximas a los 26 °C.

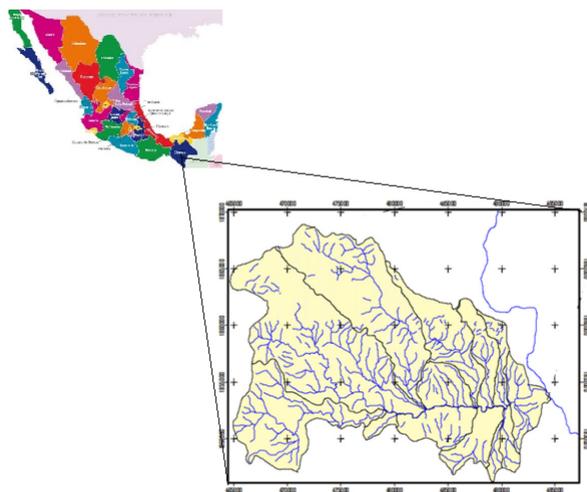


FIGURA 1 Cuenca del Río Sabinal, Chiapas, México¹

La precipitación media anual es de 956 mm y los meses más lluviosos comprenden de mayo a octubre. La cuenca del río Sabinal cuenta con centros poblados importantes: San Fernando, Berriozábal y Tuxtla Gutiérrez. Dentro de la cuenca existen cuatro estaciones climatológicas, indicadas en la tabla 2, en donde únicamente

¹ CENAPRED (2004)

las estaciones Tuxtla y Puente Colgante cuentan con más de cincuenta años de registros. En función de ello, exclusivamente se consideran los registros de estas dos estaciones en los análisis del presente trabajo.

Estación	Latitud	Longitud	Elevación
7202 Tuxtla	16.7528	-93.1167	543msnm
7134 Puente Colgante	16.7406	-93.0311	418msnm
7372 Berriozábal	16.7969	-93.2656	890msnm
7319 San Fernando	16.8731	-93.2269	950msnm
Fuente: SMN (2016)			

TABLA 2 Ubicación de las estaciones climatológicas

METODOLOGIA

Tal como lo establece Vázquez (2010) el cálculo de índices climáticos del ETCCDI es una herramienta útil para caracterizar el clima, presentar los patrones climáticos históricos y detectar los cambios. El ETCCDI ha formulado y definido un conjunto de índices para analizar situaciones climáticas extremas aplicando los pasos mostrados en la figura 2, los cuales garantizan que los resultados puedan ser analizados de forma global.

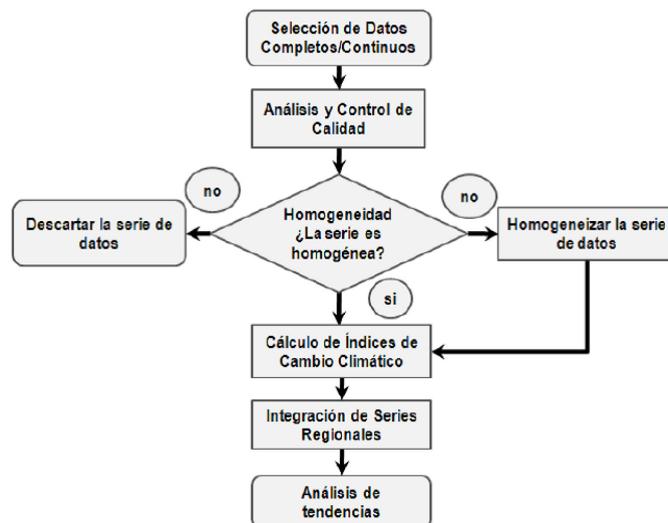


FIGURA 2 Pasos para el cálculo y análisis del índice de cambio climático

El cálculo de los índices del ETCCDI es relativamente directo si se realiza con alguna de las herramientas de software como RClindex y RHTest, diseñadas para el

propósito (Wang, X. y Feng, Y., 2013). El procedimiento es el siguiente: primeramente se requiere seleccionar los datos diarios -de lluvia, temperatura máxima y temperatura mínima- a partir de los cuales serán calculados los índices, de manera que sólo las series de observaciones más completas, continuas y libres de errores sean analizadas. Una vez que se ha seleccionado un conjunto de datos adecuado para el análisis, se requiere que éste sea sometido a un procedimiento de control de calidad, supeditando valores poco comunes a procedimientos estadísticos de verificación (típicamente 4 desviaciones standard) y de escrutinio experto con base en conocimientos de la climatología física de cada región.

Finalmente, cuando los datos han pasado el proceso de control de calidad, éstos deben ser sujetos a prueba y análisis de homogeneidad aplicando la prueba t de máxima penalización o la prueba F de máxima penalización, ambas con sus intervalos de confianza del 95%, dejando para el análisis sólo las series de datos razonablemente homogéneas. Idealmente, la serie no debería de conte-

ner ningún tipo de cambio significativo para poder ser utilizada en el cálculo de índices de cambio climático, a menos de que dicho cambio estuviera bien documentado y fuera debido únicamente al clima y no a ningún factor artificial del proceso de medición. Las series homogéneas son entonces utilizadas para calcular los índices de cambio climático de cada estación individual, para posteriormente integrar la zona regional del área en estudio y analizar tendencias.

RESULTADOS

De los 27 índices climáticos definidos por el ETCCDI y calculados con los datos de 1951 a 2014 de las estaciones climatológicas Tuxtla y Puente Colgante, se constata tendencia estadísticamente significativa en cinco índices relacionados con la temperatura del aire (tabla 3). La temperatura presenta una tendencia definida. La base de datos considerada no permite identificar cambios en el régimen de precipitaciones.

Índice		¿Tendencia estadísticamente significativa? (nivel de confianza del 95%)			
Código	Nombre	Est. Tuxtla	Tipo Tendencia	Est. Puente Colgante	Tipo Tendencia
TR20	Noches tropicales	Si	Aumento	Si	Aumento
TXx	Temperatura máxima extrema	No	---	Si	Aumento
TXn	Temperatura máxima extrema	No	---	Si	Aumento
TNx	Temperatura mínima más alta	No	---	Si	Aumento
TNn	Temperatura mínima extrema	Si	Aumento	Si	Aumento
Tx10p	Frecuencia de días frescos	No	---	Si	Disminución
Tx90p	Frecuencia de días calurosos	No	---	Si	Aumento
Tn10p	Frecuencia de noches frías	Si	Disminución	Si	Disminución
Tn90p	Frecuencia de noches cálidas	Si	Aumento	Si	Aumento
WSDI	Duración de los periodos cálidos	No	---	Si	Aumento
CSDI	Duración de los periodos fríos	Si	Disminución	Si	Disminución
DTR	Rango diurno de temperatura	Si	Disminución	Si	Aumento

Fuente: elaboración propia (2016).

TABLA 3

Tipo de tendencia (si esta es estadísticamente significativa) para las estaciones de Tuxtla y Puente Colgante

De los cinco índices climáticos relacionados con la temperatura, ambas estaciones presentan una tendencia al aumento las noches tropicales (TR20), la temperatura mínima extrema (TNn) y la frecuencia de noches cálidas (TN90p). Al mismo tiempo se observa una tendencia negativa (disminución) de la frecuencia de noches frías

(TN10p) y el indicador de duración de los periodos fríos (CSDI).

Respecto a la estación de Puente Colgante, además de las anteriores, se identifica una tendencia al aumento en la Temperatura máxima extrema (TXx), la temperatura máxima más baja (TXn), la temperatura mínima más

alta (TNx), la frecuencia de noches cálidas (TX90p), la duración de los períodos cálidos (WSDI), el rango diario de temperatura (DTR) y la disminución en la Frecuencia de días frescos (Tx10p).

CONCLUSIONES

La temperatura mínima y la máxima presentan una tendencia ascendente significativa que muestra coincidencia con lo reportado por Campos-Aranda (2015) para el estado de Zacatecas y con las tendencias previstas para el estado de Chiapas reportadas por Ramos (2010). Cabe destacar que los resultados expuestos se limitan a las áreas geográficas de donde proceden los registros y es difícil extrapolarlos a otras zonas.

El estado de Chiapas, México, está caracterizado por poseer una de las más grandes redes hidrográficas

del país, entre las principales se encuentran la cuenca Grijalva- Usumacinta, con aproximadamente el 30% del volumen total del escurrimiento anual de toda la república, que alimentan al Sistema Hidroeléctrico del Grijalva con cuatro de las presas hidroeléctricas más importantes: Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas.

Aunque en la región se cuentan con pocas estaciones con registros de más de 50 años, es necesario realizar este tipo de análisis en otras cuencas, para poder establecer si las tendencias aquí detectadas son generalizadas y se puedan establecer medidas orientadas a redimensionar los sistemas de abastecimiento de todo tipo, especialmente las presas hidroeléctricas, pues la evaporación sin duda estará aumentando, disminuyendo la disponibilidad de agua e incrementando las necesidades.

BIBLIOGRAFIA

- ARORA, M., N. K. GOEL & P. SINGH, 2005.** Evaluation of Temperature Trends over India. *Hydrological Sciences Journal*, 50(1), 81-93.
- CAMPOS-ARANDA, D. 2015.** Búsqueda del cambio climático en la temperatura máxima de mayo en 16 estaciones climatológicas del estado de Zacatecas, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VI(3), 143-160.
- CHATTOPADHYAY, S. & D. R. EDWARDS, 2016.** Long-Term Trend Analysis of Precipitation and Air Temperature for Kentucky, United States. *Climate*, 4(1), 10.
- GARCÍA, E. 2004.** *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. México, D. F.: UNAM.
- GIL-GUIRAO, S., Y LÓPEZ, F. 2011.** Tendencia de las precipitaciones y temperaturas en una pequeña cuenca fluvial del sureste peninsular semiárido. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(56), 349-371.
- IPCC. 2007.** *Climate Change 2007-The Physical Science Basis*. Cambridge United Kingdom: Cambridge University Press.
- IPCC. 2013.** *Cambio Climático 2013. Bases Físicas*. Suiza: IPCC.
- MARTÍNEZ, C. J., J.J. MALESKI, & M.F. MILLER, 2012.** Trends in Precipitation and Temperature in Florida, USA. *Journal of Hydrology*, 252-253, 259-281.
- RAMOS, S. 2010.** *Escenarios climáticos para el estado de Chiapas. Informe final fase II*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: UNICACH.
- SINGH, P., V. KUMAR, T. THOMAS, T., & M. ARORA, 2008.** Basin Wide Assessment of Temperature Trends in Northwest and Central India. *Hydrological Sciences Journal*, 53(2), 421-433.
- SMN. 2016.** *Comisión Nacional del Agua*. Recuperado el 11 de Enero de 2016, de Servicio Meteorológico Nacional: <http://smn.conagua.gob.mx>
- WANG, X., & Y. FENG, 2013.** *RHeststsV4 User Manual*. Toronto, Canadá: CRD-ASTDCTB.

Modelo de gestión para el saneamiento de la cuenca Cañón del Sumidero, Chiapas, México

Sandra López Reyes¹, Carolina Gómez Hinojosa²,
Rodolfo Mundo Velásquez³, Eduardo Alberto Gutiérrez Medina⁴

¹ Facultad de Contaduría y Administración Campus I, Universidad de Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez, kilómetro 1081, Sin Número, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: Tel: 9612155376. Correo electrónico: sanlore61_52@hotmail.com

RESUMEN

Este artículo hace referencia a la contaminación de residuos sólidos que desechan los habitantes de colonias ubicadas en los municipios de Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta, cercanos a la cuenca del río Grijalva que recorre el Cañón del Sumidero; provocando así deterioro en el recurso hídrico, flora y fauna existente en esta reserva. La preservación de esta área natural se desarrolla con el modelo de gestión sustentable que establece ejes estratégicos, acciones, metas y programas de educación ambiental, sistemas de manejo de residuos sólidos mediante operatividad intermunicipal, solidaria con enlaces municipales, asesoría, capacitación con dependencias federales, locales encargadas del cuidado ambiental. Se determina la participación de responsabilidad solidaria, adopción de prácticas ambientales en los municipios responsables con programas de saneamiento en desechos de residuos sólidos. Con el objetivo de concientizar a la población cercana a la cuenca del río Grijalva, valorando la importancia de esta reserva nacional como parte fundamental de un atractivo turístico del estado de Chiapas.

Palabras claves: modelo de gestión, Cañón del Sumidero, sustentabilidad, saneamiento

ABSTRACT

This article refers to the pollution thrown away by the inhabitants of the colonies located in the cities of Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, San Fernando and Osumacinta, whose are close to the basin of the Grijalva River, which runs along the Sumidero Canyon; causing the contamination of water resources, flora and fauna living in this reserve. The preservation of this natural area is developed with the sustainable management model that establishes strategic axes, actions, goals and environmental education programs, systems of solid waste management not only with intermunicipal operativity but also with municipal links, capacitation with federal and local agencies responsible for environmental care. It is also determinate the participation solidarity responsibilities and the adoption of environmental practices in the cities with systems of solid waste management. In order to educate the people that lives close to the basin of the Grijalva river, valuing the importance of this national reserve as a fundamental piece of the Chiapas's tourism.

Key words: management model, Sumidero Canyon, sustainability, sanitation.

INTRODUCCIÓN

El contexto geográfico del estado de Chiapas, se integra de biodiversidad de recursos y atractivos naturales. El Cañón del Sumidero es una reserva natural que pertenece a la cuenca del río Grijalva; la preservación y cuidado de este espacio natural es prioridad de autoridades federales, estatales y municipales; a través de programas ambientales para el saneamiento al río Grijalva que recorre el Cañón del Sumidero. La estructura hidrográfica del río es alimentada por varios afluentes que provienen de municipios que

territorialmente se encuentran en la cuenca del Grijalva, los asentamientos de colonias y ejidos cercanas al cauce del río generan desechos de residuos sólidos contaminantes, ocasionando un tapón de basura diversa en el río, afectando a la flora y fauna de esta reserva. Se plantea el modelo de gestión para el saneamiento del Cañón del Sumidero, a través de la operatividad intermunicipal de los cabildos que participan de forma solidaria en el desarrollo de proyectos ambientales, promoviendo la cultura ambiental en sus habitantes de colonias cercanas a la cuenca del río Grijalva, con la participación colaborativa.

MÉTODO

Esta investigación desarrolló el método cuantitativo, obteniendo resultados estadísticos, con la aplicación del instrumento de cuestionarios a cabildos municipales de los municipios: Chiapa de Corzo, Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta.

TIPO DE ESTUDIO

De acuerdo a Hernández *et al.* (2010), los estudios descriptivos miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones, componentes de un fenómeno a investigar. Esta investigación es descriptivo-transversal, referente a la contaminación de residuos sólidos que generan alteración ambiental en río Grijalva, del Cañón del Sumidero, provocando un deterioro en la flora y fauna de esta reserva natural. Este fenómeno de contaminación incide cada año en las etapas de lluvia que los afluentes de pequeños arroyos aportan al río Grijalva, residuos en madera, ripio y plásticos.

El saneamiento del Cañón del Sumidero ha requerido de acciones ambientales en la recolección de estos residuos sólidos, con la participación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), encargada de preservar esta reserva natural. La colaboración intermunicipal de los municipios integrantes de la cuenca, será de beneficio en el desarrollo de programas solidarios en el proceso de recolección de residuos sólidos y la reducción de estos contaminantes.

En el estudio explicativo se indican las causas que se observan en el Cañón del Sumidero, se atribuyen; a la modificación del flujo natural de las corrientes de agua, debida a la construcción de la presa hidroeléctrica Manuel Moreno Torres, conocida como Chicoasén; y falta de cultura ambiental en habitantes de localidades ubicadas en los municipios; Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta; que integran la Cuenca del Cañón del Sumidero. Otro factor el sistema de recolección de residuos en los domicilios a través del sistema de limpia municipal, que no alcanzan a brindar el servicio a localidades asentadas en territorios cercanos al río Grijalva. Estas causas de contaminación propician la creación de un “tapón” de basura por desechos de residuos sólidos, en el río Grijalva, que atraviesa el Cañón del Sumidero.

POBLACIÓN A ESTUDIAR

El área de estudio se determinó en la Cuenca media del río Grijalva, que está integrada por 15 municipios que

comprendió la unidad de análisis. Delimitándose la muestra en cinco municipios que componen la Cuenca del Cañón del Sumidero: Chiapa de Corzo, Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta. Se realizó la selección por subgrupo siendo los integrantes de cabildos de esos municipios. Se utilizó como técnicas de instrumentos el cuestionario que permitieron la medición de las variables.

RESULTADOS

De los municipios considerados como muestra de estudio: Chiapa de Corzo, Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta; sólo en la cabecera municipal se contemplan programas ambientales de separación de basura orgánica e inorgánica. No se promueven programas ambientales a las colonias que integran cada uno de estos municipios con educación ambiental para sus habitantes ubicados en las cercanías del río Grijalva. Los programas ambientales que aplican estos municipios no tienen un proceso integral del manejo de los residuos sólidos contaminantes. No tienen en su estructura administrativa un departamento ambiental, encargado del manejo de los residuos sólidos contaminantes. Las autoridades municipales están en disposición de colaborar en la operatividad intermunicipal ambiental y disminuir la contaminación que se genera en la cuenca del Cañón del Sumidero.

DISCUSIÓN

Es evidente que para sanear el Cañón del Sumidero; es necesario promover la cultura ambiental en las zonas de colonias que se encuentran ubicadas en la extensión territorial del río Grijalva; esto permitirá evitar la contaminación que se aporta en basura y residuos. Los residuos de mayor recolección en las actividades de saneamiento, que realiza al interior del Cañón del Sumidero, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), es la madera (troncos aserrados o quemados), originados por lluvias o deslaves; que se detienen en la zona conocida como El Tapón. El otro tipo de residuo es el ripio, es una mezcla de restos vegetales como el aserrín, pequeños trozos de madera, varas y palos pequeños que forman una capa uniforme de residuos flotantes. El siguiente residuo es el plástico de diferentes tipos (envases de refresco, agua, jugos, artículos de limpieza, líquidos de agroquímicos, aceites y disolventes, juguetes y plásticos en general), estos residuos por su concentración generan una imagen no agradable para el turismo que realiza el recorrido vía acuática en el Cañón del Sumidero.

La gestión de las dependencias federales encargadas del cuidado ambiental, desarrollan programas de saneamiento al Cañón del Sumidero, a través de voluntariados o brigadistas en la recolección de residuos sólidos. La participación de los municipios de Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta es baja, por falta de financiamiento en garantizar programas ambientales sobre residuos sólidos contaminantes. Los resultados de esta investigación determinan que en los municipios estudiados, no desarrollan actividades con programas ambientales y de residuos sólidos, debido a que no contemplan en su estructura administrativa un departamento de programas ambientales. Para conservar la reserva natural del Cañón del Sumidero, es necesario aplicar el modelo de gestión intermunicipal, que establece estrategias y acciones operables de manera conjunta con los municipios y las dependencias federales encargadas del cuidado del medio ambiente.

CONCLUSIONES

En Chiapas el contexto social, cultural y ambiental, requieren procesos de gestión que coordinen agrupamientos de municipios, que respondan a programas institucionales

que atiendan problemáticas en común preservando zonas o áreas con biodiversidad natural que permiten generar el desarrollo local de comunidades o pueblos que integran esta entidad. Se considera la participación del gobierno (federal, estatal y municipal), y sociedad, interactúen con corresponsabilidad en programas ambientales de residuos sólidos contaminantes que dañan al río Grijalva. El modelo de gestión para el saneamiento al Cañón del Sumidero, contempla procesos de operatividad colaborativa con los municipios: Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, San Fernando y Osumacinta, ubicados en la cuenca del río Grijalva; para desarrollar estrategias, acciones ambientales, que permitan fomentar una cultura ambiental para sus habitantes, que respondan al cuidado del recurso natural y generen la responsabilidad de evitar contaminación de residuos sólidos, que atribuyen al fenómeno que se forma denominado El Tapón, en la cuenca media alta del río Grijalva localizada en el Cañón del Sumidero, cada año en el periodo de lluvias. Este modelo de gestión propone ejes de preservación y sustentabilidad de los recursos naturales que se encuentran en esta cuenca, escenario natural de esta reserva; considerada como el atractivo turístico que el estado tiene en la apreciación de una maravilla natural.

LITERATURA CITADA

HERNÁNDEZ S. R., C. FERNÁNDEZ y L. P. BAPTISTA, 2010. *Metodología de la investigación*. Editorial. Mc Graw Hill. Chile.

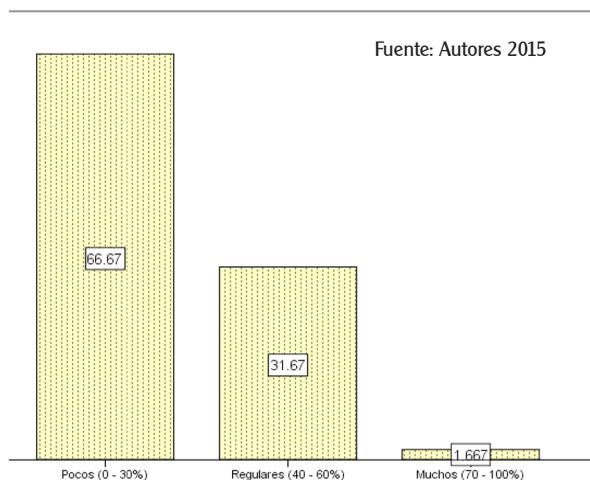


FIGURA 1

Presencia de asentamientos en cauces que conectan con el río Grijalva.

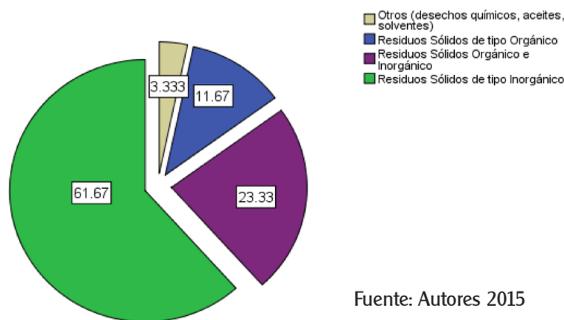


FIGURA 2

Principales tipos de residuos que generan los asentamientos cercanos al cañón del sumidero

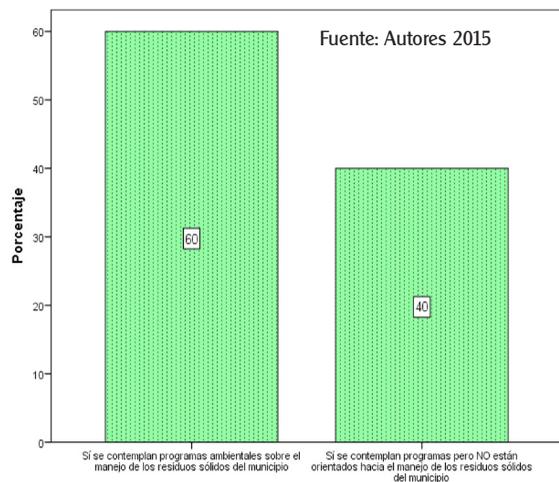


FIGURA 3

Programas ambientales contemplados en Planes Municipales

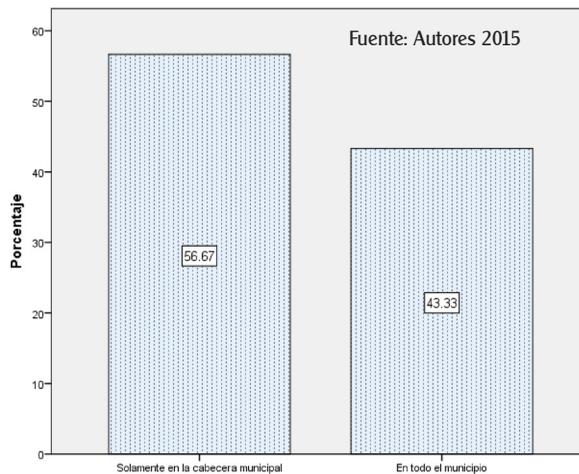


FIGURA 4

Escala de atención de los Programas Ambientales de manejo de residuos sólidos en municipios encuestados.

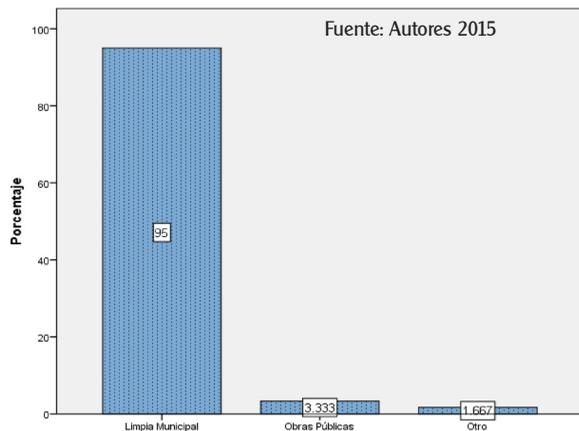


FIGURA 5

Área encargada de la recolección de residuos sólidos municipales

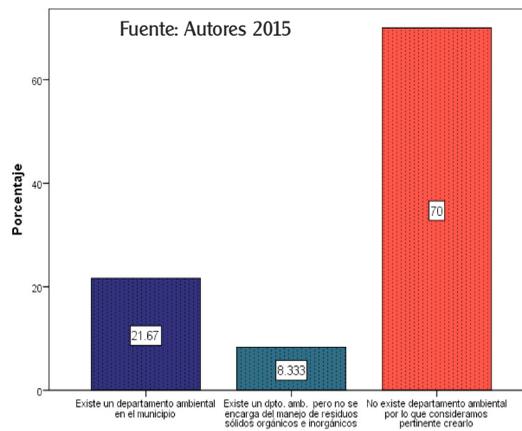
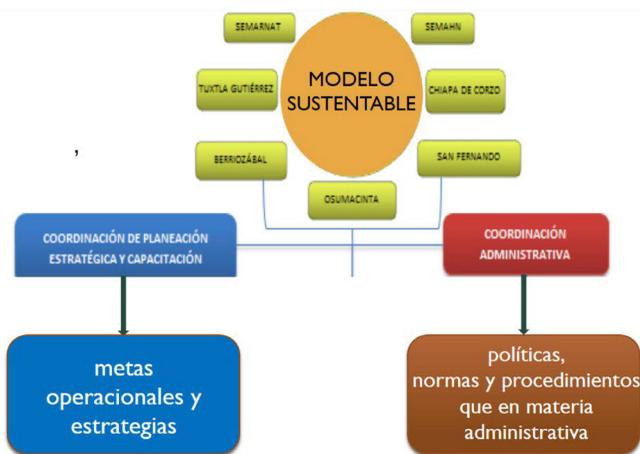


FIGURA 6

Disponibilidad Oficina o Departamento ambiental encargado de un Programa de Manejo Integral de residuos sólidos municipales.



Fuente: Díaz, 2016

FIGURA 7

Modelo sustentable

Experiencias educativas bioculturales en la Reserva de la Biosfera Selva el Ocote

**María del Carmen González López¹,
Rosana Santiago García¹**

Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez, km 1081, Sin Número, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: Cel. 9612187451, correo electrónico: marychec@hotmail.com

RESUMEN

La interacción hombre-naturaleza es un reflejo de la actuación del hombre, pero al mismo tiempo lo es de su conocimiento y cosmovisión. Por tanto, es importante analizar las experiencias de educación biocultural existente en espacios con una amplia riqueza biológica. Resulta pertinente hacer el análisis desde dentro, es decir, desde los actores que viven en las comunidades que habitan en ese contexto, para conocer cómo se han relacionado con su entorno y a la vez se han educado de generación en generación, para conservarlo y conservarse culturalmente. La metodología es de corte cualitativo, los instrumentos de captación de información son entrevistas en profundidad y observación directa en la Reserva Biosfera Selva El Ocote (REBISO), las entrevistas se realizarán a seis familias de diferentes comunidades, que estén conformadas de tres generaciones: abuelos, padres e hijos, para dar cuenta de las experiencias de educación biocultural transmitida de generación en generación. Al momento se puede concluir que la relación de los habitantes de la REBISO con el ambiente es *suigéneris* ya que, por una parte, sus habitantes tienen la posibilidad de aprovechar la naturaleza para su supervivencia y conservar su cultura, pero por otro lado se causa el menor daño posible al ambiente.

Palabras clave: región biocultural, reserva ecológica, experiencias bioculturales, educación ambiental

ABSTRACT

The human-nature interaction is clear exponent not only of the action of man, but of his knowledge and worldview. Therefore, it is important to analyze the experiences of biocultural education existing in spaces with a wide biological wealth. It is pertinent to do the analysis from the inside, that is to say, from the actors living in the communities that live in that context, to know how they have been related to their environment and at the same time have been educated from generation to generation, to conserve it and to keep it culturally. The methodology is qualitative, the instruments of information gathering are in-depth interviews and direct observation in the Selva El Ocote Biosphere Reserve (REBISO for acronym in Spanish). The interviews will be carried out to six families from different communities that are made up of three generations: grandparents, Parents and children, to account for the experiences of biocultural education transmitted from generation to generation. At the moment it is possible to conclude that the relation of the inhabitants of the REBISO with the environment is *suigéneris* since, on the one hand, its inhabitants have the possibility to take advantage of the nature for its survival and to conserve its culture, but on the other less possible damage to the environment.

Key words: Biocultural region, ecological reserve, biocultural experiences, environmental education.

INTRODUCCIÓN

El enfoque biocultural es nuevo en México, para Pretty et al. (2009) es un “concepto de conservación simbiótica”, en el cual “la diversidad biológica y la cultural son mutuamente dependientes y geográficamente coexistentes”. Por tanto, su objetivo es mostrar el vínculo complejo entre cultura y naturaleza (Lucio y Darcy, 2011; Luke y Doode, 2010). Con este escrito pretendemos dar cuenta de las experiencias bioculturales existentes en un espacio regional

particular la Reserva Biosfera Selva El Ocote, se trata de resultados preliminares, así que iniciamos por caracterizar a una región biocultural desde el planteamiento de diferentes investigadores que han abordado la temática, iniciando con la recuperación de varios conceptos.

Posteriormente se dan a conocer las regiones bioculturales existentes en México, las cuales han sido sujeto de diversas investigaciones realizadas, para plantear el aspecto educativo de los sujetos habitantes de la región, como fundamentales para el cuidado, conservación y preservación de la reserva.

La revisión da cuenta de las dimensiones que se observan en el territorio geográfico de la Reserva Biosfera Selva El Ocote (REBISO), esta parte es importante, ya que da la pauta para analizar las experiencias educativas en la región biocultural mencionada.

Para lo cual, se definen las dimensiones que la conforman y sus características, así como las categorías con las que se ha de analizar esta región.

METODOLOGÍA

En la investigación, se identificarán las experiencias educativas bioculturales de los actores que participan en la conservación de la Reserva Biosfera El Ocote. Por tanto, el enfoque que permitió lograr tal propósito fue el interpretativo-fenomenológico. Desde un punto de vista epistemológico, la fenomenología implica una ruptura con las formas de pensamiento de la sociología tradicional, ya que enfatiza la necesidad de comprender la realidad, más que de explicarla, sugiriendo que es en el durante, en el aquí y en el ahora, donde es posible identificar elementos de significación que describen y construyen lo real (Rizo, 2004).

Se establece el uso del paradigma interpretativo, como la estrategia metodológica que nos permitirá comprender e interpretar esta realidad en particular, los significados de las personas, percepciones, intenciones y acciones. Ya que las prácticas humanas son entendidas por referencia a los significados que les otorgan las personas que las realizan (Sandin, 2003).

En otras palabras, si se pretende concebir de manera eficaz lo que está pasando ahí, se debe comenzar observando lo que ocurre al interior de la vida diaria. De acuerdo a Schutz (2003):

El hombre experimenta el mundo social en que ha nacido, y dentro del cual debe orientarse, como una apretada trama de relaciones sociales, de sistemas de signos y símbolos con su particular estructura de sentido, de formas institucionalizadas de organización social, de sistemas de status y prestigio (p. 214).

Por lo que, para comprender esto que se pretende investigar, este tipo de metodología resulta altamente pertinente. En este tipo de método los actores del proceso resultan ser fundamentales (piezas clave) para entender la realidad, comprenderla e interpretarla. Las técnicas de investigación para la recogida de información serán: observación directa, entrevistas a profundidad y grupos de discusión; una herramienta indispensable será el

diario de campo y serán necesarios también dispositivos mecánicos como computadora, cámara fotográfica y grabadora reportera.

RESULTADOS

Los resultados que se esbozan a continuación son el soporte teórico necesario para poder abordar la problemática en cuestión, revisar el estado del arte alrededor de la problemática es indispensable para poder entender, no solo lo que hasta ahora se ha escrito y sobre lo que se ha reflexionado en torno a las regiones bioculturales, sino permite descubrir las vetas de investigación abiertas en las que los investigadores podemos incursionar en relación al análisis de las regiones bioculturales.

Región biocultural

Diversos autores han trabajado sobre múltiples problemáticas en regiones bioculturales, muchos de ellos parten de la conceptualización de esta, para ello nos dimos a la tarea de hacer una revisión del concepto. Hablar sobre qué es una región biocultural y los elementos que la conforman, implica explicar a qué se refiere el concepto de *biocultura* y desde qué perspectiva se plantea.

Toledo (2009), es quien empieza a trabajar en este enfoque en México, inicia con el planteamiento del concepto de memoria biocultural, el cual deviene del supuesto de que todas las especies tienen, en teoría, una memoria que les permite mantenerse y sobrevivir en su contexto, sin embargo, es la especie humana la única que puede hacer esto consiente y revelarse a sí misma los recuerdos que integran su propia historia con la naturaleza. Es decir, así como existe un código genético por medio del cual las especies “memorizan, aprenden y recuerdan” sus relaciones con la naturaleza, en la especie humana además existe un código cultural que opera como un instrumento de aprendizaje (Toledo, 2009).

La memoria de la especie humana es, por lo menos, triple: genética, lingüística y cognitiva, y se expresa en la variedad o diversidad de genes, lenguas y conocimientos o sabidurías. Las dos primeras dimensiones certifican una historia entre la humanidad y la naturaleza, y la tercera ofrece todos los elementos para comprender, evaluar y valorar esa experiencia histórica. En conjunto testimonian un abanico de recuerdos, es decir, conforman un archivo histórico o, en fin, una memoria. La búsqueda de esta memoria de especie por todos los rincones del mundo, termina por reconocer que, en la actualidad, esa se encuentra

alojada en las llamadas sociedades tradicionales y, más específicamente, en los pueblos indígenas del mundo (p. 15).

El término *biocultural* para Pretty *et al.* (2009), es un “concepto de conservación simbiótica”, en el cual “la diversidad biológica y la cultural son mutuamente dependientes y geográficamente coexistentes”. Por tanto, su objetivo es mostrar el vínculo complejo entre cultura y naturaleza (Lucio y Darcy, 2011; Luke y Doode, 2010). Es esta interacción hombre–naturaleza y de los espacios antrópicos los claros exponentes no solo de la acción del hombre, sino de su conocimiento y cosmovisión (Valencia, 2015).

Dávila y Maturana (2009), la retoman como una propuesta que permite desplazar la mirada hacia la comprensión de los fundamentos biológico-culturales del vivir humano.

Desde un sustrato epistemológico unitario que elude de manera consciente toda tentación dualista, ampliando el entendimiento de nuestra constitución como seres vivos y como seres humanos, invitándonos a la reflexión y a la ampliación de nuestra posibilidad de vivir en el bienestar individual y social como seres naturalmente éticos y autónomos, capaces de asumir la responsabilidad de ser conscientes del mundo que producimos con nuestro propio vivir (p. 135).

Así surge el enfoque biocultural, el cual precisamente emerge de las sociedades humanas, reproductoras de una cultura que expresa una determinada cosmovisión, desenvuelven su vida cotidiana en el marco de tres determinaciones principales: el ecosistema (entorno natural), el contexto social local y nacional, y la dinámica cultural de su sociedad local, esto de acuerdo al ministerio de agua y medio ambiente de Bolivia (MMAA, 2014). A partir de estas determinaciones, son dos los elementos sobresalientes constitutivos del concepto de bioculturalidad:

a) La primera es la parte de cultura que de acuerdo a Morín (1999), cada cultura tiene sus virtudes, sus experiencias, sus sabidurías al mismo tiempo que sus carencias y sus ignorancias. Éstas se transmiten de generación en generación y de tiempo en tiempo, aunque con los cambios respectivos, en función de que las culturas no son estáticas y las condiciones del contexto también son cambiantes. La transmisión cultural no es solamente generacional puede ser de cultura a cultura, las herencias de una cultura a otra son valiosas, una de sus consecuencias ha sido el mestizaje cultural. No obstante, puede ocurrir

la desintegración de una cultura derivado del efecto de una dominación técnico-civilizacional, lo cual constituye una pérdida para toda la humanidad, en donde la diversidad de las culturas es parte de uno de sus más apreciadas riquezas (Morín, 1999).

b) Al mismo tiempo, el enfoque biocultural, se complementa con un segundo elemento que pretende generar conciencia ecológica, es decir la conciencia de cohabitar con todos los seres de la biosfera, es decir, reconocer nuestro lazo consustancial con la biosfera (Morín, 1999). Nos reconocemos como parte de ella y que esto que nos rodea, los ecosistemas, son parte de nosotros y a la vez necesarios para nuestra sobrevivencia. Por tanto, debemos saber cómo conservar nuestra identidad, pero también, preservar este planeta donde habitamos.

Plantea Morín (1999):

Por esto, es necesario aprender a «estar-ahí» en el Planeta. Aprender a estar-ahí quiere decir: aprender a vivir, a compartir, a comunicarse, a comulgar; es aquello que sólo aprendemos en y por las culturas singulares. Nos hace falta ahora aprender a ser, vivir, compartir, comulgar también como humanos del Planeta. La búsqueda de un mejor avenir debe ser complementaria y no antagonista con los reencuentros en el pasado. Todo ser humano, toda colectividad debe dirigir su vida en una circulación interminable entre su pasado donde encuentra su identidad apegándose a sus ascendentes y su presente donde afirma sus necesidades y un futuro hacia donde proyecta sus aspiraciones y sus esfuerzos (p. 36).

Ahora bien, el concepto de *bioculturalidad* surge en México y en otras partes de América Latina a raíz de que se ha observado un gran traslape entre los territorios indígenas y las regiones de alto valor biológico, como lo son las áreas naturales protegidas (ANP) (Lucio y Tetreault, 2011). Lo cual quiere decir, que en estos contextos es donde se ha encontrado mayor asentamiento de comunidades indígenas. Es a partir de esta observación que comienzan a configurarse las regiones bioculturales, las cuales poseen un propio patrimonio y memoria biocultural (Boege, 2008).

Aunque este concepto de regiones bioculturales se origina de lo denominado *hotspots* en inglés (zonas donde la diversidad biológica es muy elevada), este último solo se centra en los territorios de gran riqueza biológica, en los cuales la conservación de los ecosistemas es mayor a la de otros lugares, es decir, se denominan regiones bioculturales a grandes centros culturales de diversificación de la biodiversidad natural y domesticada.

Sin embargo, en México se ha ido enriqueciendo el concepto y han surgido diversos investigadores cuyos ejes de investigación centran su estudio en el reconocimiento y estudio de regiones bioculturales en México, denominándolas prioritarias para la conservación ambiental, paralelamente han surgido también diversas agrupaciones con el mismo objetivo, por mencionar un caso, se creó la Red de Etnoecología y del Patrimonio Biocultural de México (REPB) la cual tiene como objetivo central "...el conocimiento, la revaloración y la defensa del Patrimonio Biocultural de México" (REPB, 2015).

Esta red (conformada por un amplio número de investigadores) está dedicada a la investigación y promoción de la defensa de la riqueza biológica y cultural de los pueblos indígenas y comunidades campesinas de México. Cabe mencionar que es una Red que no tiene mucho tiempo de haberse creado y que concentra a los investigadores que más han abonado a este campo de investigación.

Ahora bien, de ahí se deriva un concepto más amplio y al mismo tiempo más complejo de *región biocultural*, que incluye a los seres humanos que habitan la región, es decir, a los sujetos, indispensables, no solo, porque son parte constitutiva de la región biocultural, sino por el papel fundamental de estos para su conservación. Integrar a los sujetos en el análisis es sin duda un enfoque más inclusivo e integral, los sujetos que habitan en estos contextos son actores con quienes es posible constituir organizaciones comunitarias y redes de colaboración para la conservación de su propio ambiente y son fundamentales en función de la información detallada de su propia realidad histórica que estos poseen, se puede, a partir de la información y conocimientos locales proponer acciones para el fortalecimiento y defensa de la riqueza biocultural local, regional y nacional (REPB, 2015).

Por lo que de acuerdo a Boege (2014), "en las regiones bioculturales contemporáneas del país están presentes los recursos genéticos, paisajes, saberes, conocimientos, maneras de percibir y actuar colectivo representados como bienes comunes que, en síntesis, refiere a la memoria biocultural de nuestros pueblos" (p. 4).

De acuerdo a Toledo y Barrera (2008), se trata de saberes generados por cientos de generaciones de humanos en interacción con los ecosistemas. Por tanto, se ha comenzado a trazar un mapa de Regiones Bioculturales, el cual es un ejercicio que se refiere principalmente a la riqueza biocultural forjada en los territorios de los pueblos indígenas de México. Sin embargo, también es posible desarrollar el concepto en áreas campesinas no indígenas (REPB, 2015).

Dimensiones que configuran una región biocultural

Según el planteamiento de Pierre (1984), para estudiar una región considera diferentes criterios como la población en sus aspectos demográficos y sociales, los recursos y su utilización, el consumo, las relaciones con el exterior y finalmente su estructura geográfica.

Cuando se habla de una región biocultural, también se deben tomar en cuenta ciertos criterios similares a los de Pierre para el estudio de una región, pero con una adaptación al contexto y al sentido que requiere una región biocultural, en la que fundamentalmente se considere la cultura y a los actores que la detentan. Resumiendo, serían los siguientes: a) los territorios de la población indígena que se traslapen con un área natural protegida, b) en la cual se puedan visualizar todos los recursos naturales, como la vegetación, uso del suelo, flora y fauna, enfatizando como son usados, protegidos y/o preservados, c) así también la captación de agua (cuencas), d) organización de los espacios productivos organizados según sistemas de milpa y sistemas agroforestales y por otro lado, e) los elementos antropológicos, el patrimonio cultural (material e inmaterial), y criterios sociolingüísticos, entre otros.

Resulta por ello un análisis más complejo, sin embargo, mucho más amplio y absolutamente indispensable para el logro de la conservación de una región biocultural.

Áreas naturales protegidas y pueblos indígenas

De acuerdo a Boege (2008), están claramente demarcados los territorios de los pueblos indígenas en México, lo cual es una característica importante para indentificar una región biocultural. Es en estos territorios, que han sido centros de origen y diversificación biocultural, en los que se ha promovido la conservación; se trata de contextos de alto valor biológico, caracterizados por el desarrollo y enriquecimiento de sus recursos fitogenéticos (que no es más que el material genético de origen vegetal con un valor real o potencial destinado a la alimentación y la agricultura), los cuales han sido conservados y desarrollados por los agricultores de forma tradicional, lo cual es base de su cultura (SAGARPA, 2015).

México "tiene la tercera parte de los pueblos originarios en América Latina organizados en 11 familias y 68 agrupaciones lingüísticas con más de 300 variantes, tipificadas como lenguas endémicas, y por sus filosofías prácticas, la población podría considerarse gente de los ecosistemas" (Boege, 2014, p.3). Por tanto, uno de los elementos que se han considerado para conformar las regiones bioculturales prioritarias para la conservación y

el desarrollo de la diversidad biológica, es usar geográficamente los territorios actuales de los pueblos indígenas.

Cuencas

Un segundo elemento que se considera para la conformación de regiones bioculturales, es el que tiene que ver con la captación de agua de los pueblos indígenas, principalmente lo que se refiere a las cuencas (alta, media y baja), recortando los territorios según las cuencas cuyos límites están definidos por los parteaguas de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012).

Las cuencas son consideradas como unidades territoriales adecuadas para la gestión integrada del agua porque son las principales formas naturales que captan y concentran la oferta del agua que provienen de las precipitaciones (Dourojeanni *et al.*, 2002).

Este es un elemento importante, debido a que el agua es un recurso con alta importancia biológica, ya que es un elemento básico para la supervivencia de la especie humana y los ecosistemas. Ya que se usa prácticamente en todas las actividades humanas, ya sea para subsistir o para producir e intercambiar bienes y servicios (CONAGUA, 2010).

Vegetación, flora y fauna

El siguiente elemento presente en la configuración de la región biocultural es la cubierta vegetal y el uso del suelo en los territorios de los pueblos indígenas, así como la flora y fauna y sobreposición de los inventarios de los tipos de vegetación con los agroecosistemas y la agrobiodiversidad, revela una aproximación inicial de la riqueza biológica en estos territorios (Bogué, 2014).

Espacios productivos

Otro elemento más, es el que tiene que ver con la organización de los espacios productivos organizados según sistemas de milpa y sistemas agroforestales. De la organización social de las comunidades agrarias depende si son los indígenas y/o comunidades campesinas quienes controlan creativamente sus bienes colectivos y la comercialización de estos. La organización social es esencial para la construcción de regiones bioculturales (Boege, 2008).

Elementos de patrimonio biocultural material

Para adentrarnos a este elemento cabe mencionar que de acuerdo a la UNESCO (2001) el patrimonio biocultural material se puede entender como:

La Carta de Venecia (1964) se refería a los “monumentos y sitios” y trataba del patrimonio arquitectónico. Pero la noción se extendió rápidamente hasta abarcar grupos de edificios, arquitectura originaria, industrial y patrimonio construido en el siglo XX. Al margen del estudio de los jardines históricos, el concepto de “paisaje cultural” destacaba la interconexión entre la cultura y la naturaleza (p.7).

Por tanto, dentro de los elementos caracterizadores de las regiones bioculturales, que no parten de la mirada biológica se pueden citar, los elementos antropológicos como los son los sitios sagrados organizadores del territorio: desde cuevas, cerros y manantiales hasta sitios arqueológicos, capillas coloniales, etcétera, es decir, el patrimonio biocultural material de estas regiones.

Elementos del patrimonio biocultural inmaterial

En este punto la UNESCO (2001) establece que en este caso se hace referencia a las tradiciones orales, las lenguas, los cantos, las danzas, los ritos, las celebraciones festivas y las prácticas sociales. De manera que el patrimonio abarca, no solo los productos artísticos como cuentos, canciones, etc., sino también los conocimientos y valores que hicieron posible su producción, los procesos creativos que generan los productos y los modos de interacción por los cuales estos se reciben y valoran.

Ahora bien, en la construcción de estas regiones bioculturales, se ven implicados conocimientos, creencias y prácticas, en resumen, saberes que provienen de la memoria biocultural (Boege, 2008). Toledo y Barrera (2008) nos presentan de manera pormenorizada la naturaleza de esta memoria biocultural. Se trata de saberes generados por cientos de generaciones de humanos en interacción con los ecosistemas.

Uno de los cuales, es la que tiene que ver con los topónimos en la lengua en cuestión, su significado, y su origen incluso mítico o religioso, colonial y contemporáneo, resignificado. Lo cual conlleva a tener en cuenta otros criterios que están presentes como son los sociolingüísticos y la contigüidad de las localidades de un mismo grupo lingüístico.

Esta dimensión también se puede referir a la riqueza cultural, lo cual nos deriva al patrimonio cultural como un elemento presente en las regiones bioculturales, lo cual de acuerdo a Olivé (2014) constituye:

el medio en donde se desarrollan las diferentes prácticas sociales y es por tanto indispensable para

la preservación de las prácticas características de una determinada cultura y por ende para mantener su identidad colectiva. Ésta, a la vez, es necesaria para el desarrollo de la identidad personal de cada miembro de la cultura. Dependiendo de la cultura de que se trate, habrá una cosmovisión que da cuenta de ese medio (p. 4).

Con esta apreciación, se puede inferir que la configuración de regiones bioculturales no solo está enfocada en los recursos naturales constituyentes de estas, si no, y de manera fundamental en las prácticas sociales de los actores habitantes de la región, es decir, de las relaciones humanas que se dan *in situ* y del patrimonio biocultural lo que articula y les da forma a estas regiones. Una región biocultural está constituida de esta interacción de elementos y del como esos actores sociales han mantenido su identidad que les ha permitido el desarrollo de su cultura en comunión con el medio que les rodea.

Una práctica social es constitutiva de un sistema dinámico, el cual por si solo incluye diversos elementos que interactúan entre si e involucran intenciones, propósitos, fines, proyectos, tareas, representaciones, creencias, valores, normas, reglas, juicios de valor y emociones. Se pueden mencionar distintas prácticas sociales: económicas, políticas, educativas, artísticas, religiosas, recreativas, deportivas, empresariales, tecnológicas o científicas (Olivé, 2014). De acuerdo a Bogue (2014) tiene sin lugar a duda, una profundidad histórica ya que la megadiversidad natural es tallada por la presencia e interacción milenaria de los pueblos indígenas.

En dicha relación, una amplia gama de ecosistemas, paisajes y agro ecosistemas se han mantenido y recreado mediante la constante adaptación humana frente a grandes cambios e incertidumbres, forjando así los verdaderos laboratorios de domesticación o semi domesticación de por lo menos cien especies comestibles y sus consiguientes variedades (p.4).

Regiones bioculturales en México

De acuerdo a las investigaciones realizadas hasta el día de hoy y tomando en cuenta todos los elementos mencionados en el punto anterior, se han detectado 22 regiones bioculturales de las cuales 18 son parte de los centros de origen de la vegetación natural, y todos participan en la diversificación genética de la agrobiodiversidad mesoamericana. El mapa de estas regiones se muestra a continuación (figura 1).

Las configuraciones de estas regiones bioculturales han surgido a través del análisis y la identificación de todos los elementos que las caracterizan, y que ya se han mencionado en los párrafos anteriores. Es preciso señalar que todos esos elementos están relacionados entre sí, desde muchos aspectos y se complementan entre ellos, lo que permite la caracterización de una región biocultural prioritaria para la conservación de la riqueza natural y cultural.

Hacia la construcción de una región educativa-biocultural

Es necesario precisar cuáles son las dimensiones que se tomarán en cuenta en la construcción de esta región. Cómo se ha leído en los puntos anteriores son varias dimensiones que se consideran al definir una región biocultural, sin embargo, de ellas se considerarán únicamente tres, aquellas que tienen relación con aspectos culturales.

Lo que lleva a esa elección es lo siguiente:

Después de la revisión de toda la información anterior se observa que toda esta parte que tiene que ver con las dimensiones relacionadas a lo biológico, como la vegetación, la flora, la fauna y las cuencas, está ampliamente estudiado y que de hecho toda esa riqueza biológica es la que llevó a que se decretara esta zona como reserva de la biosfera, de acuerdo al decreto oficial, por tanto en todo el polígono se han realizado de acuerdo a la SEMARNAT diferentes investigaciones sobre todo dan cuenta de el valor biológico del Ocote, por tanto es ya un punto de partida.

Sin embargo, no se encuentran investigaciones profundas que se adentren en el análisis de la parte cultural de las comunidades que radican en este espacio geográfico, que den cuenta de manera detallada de las dinámicas culturales y hasta sociales, sobre todo analizándolas desde una perspectiva educativa, entonces lo que se va abordar en esta investigación es el análisis transversal de lo educativo en lo biocultural, a partir de las experiencias de las mismas personas que habitan esas comunidades. Y a partir de esas categorías se van revisar y explorar cómo se puede recuperar ello en campo, desde la noción de saberes y narrativas.

¿Por qué hablar de una dimensión educativa?

La educación tiene que adaptarse en todo momento a los cambios de la sociedad, sin dejar de transmitir por ello el saber adquirido, los principios y los frutos de la experiencia.

Al adoptar nuevos enfoques, nuevas teorías como la mencionada en este documento son útiles para entender el papel de la educación en la conservación de una región biocultural. Cuando hablamos de educación no hablamos exclusivamente de educación, sino y sobre todo de educación informal y no formal, ya que consideramos que una combinación de estas es la que está presente en los sujetos habitantes de la REBISO.

Según Padierna (2010), “el proceso educativo puede ocurrir en toda relación social que involucre la adquisición de nuevos conocimientos, formas de interrelación de los sujetos”. Como es el caso de las madres, quienes son un buen ejemplo de cómo se transmiten los procesos educativos e impactan diversos órdenes del campo social: la familia, la comunidad y el propio proceso organizativo popular.

Educar es una acción humana presente en el tiempo y en todas las sociedades, por tanto esta es un proceso sujeto al cambio continuo, en el que la transmisión de conocimientos acumulados pasa de una generación a otra y de una cultura a otra, estos saberes transmitidos incluyen un conjunto de habilidades necesarias para el desarrollo de los sujetos en sociedad, los saberes también incluyen y de manera fundamental valores y normas de conducta y comportamiento, indispensables para vivir en sociedad, todos estos saberes han sido primordiales para que las sociedades trasciendan, se desarrollen y se adapten a su entorno. Se debe asumir entonces que la sociedad existe a través de un proceso biológico y de transmisión (Morales, 2002). Es por ello que para el caso de esta investigación se recupera el aspecto educativo, ya que se considera fundamental y constitutivo de una región biocultural.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información analizada y siendo una investigación en proceso, se dará cuenta de lo estudiado hasta el momento. Se ha planteado la necesidad de construir una región biocultural en donde uno de los elementos centrales de análisis sea el aspecto educativo. Es posible que a partir de la investigación de campo se pueda reestructurar el concepto de región biocultural, ya que a partir de los acercamientos a los actores veremos si se encuentran elementos que puedan reconfigurar a la región estudiada.

Si bien existen varios conceptos acerca de lo que se considera una región biocultural, se considera indispensable destacar el aspecto educativo, el cual se asume es detonante de la relación amigable entre sujetos y ambiente y como consecuencia de ello, su cuidado, conservación y preservación ecológica. Se espera dar cuenta de ello en el mediano plazo, se considera que el trabajo de campo brindará mucha información sobre la relación sujeto-ambiente.

Esta investigación pretende conocer las experiencias de los sujetos habitantes de la REBISO en relación al cuidado y preservación del ambiente, reflexionamos acerca de como la educación (en su sentido amplio), ha jugado un papel fundamental en el logro del objetivo.

Conceptualizaciones acerca de regiones bioculturales hay muchas, todas ellas hacen referencia a la relación entre ambiente y sujetos humanos, todo ello constituyente de la región y cuya relación adecuada permita su conservación.

La investigación se está realizando desde la perspectiva de estudios regionales y con la finalidad de encontrar los elementos que han permitido no solo la existencia de la reserva, sino su conservación y preservación.

LITERATURA CITADA

- BOEGE, E., 2008.** *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas de México.* México. INAH- CDI.
- BOEGE, E., 2014.** Las regiones bioculturales de México. En: *revista La Jornada del Campo.* No. 76.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA), 2012.** *Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2007-2012* Programas Federales de Apoyo al Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. -Proyecto de Reglas de Operación 2012.
- DÁVILA, X. y H. MATURANA, 2009.** Hacia una era post posmoderna en las comunidades educativas. En: *Revista Iberoamericana de Educación.* No. 2135-161.

- LUKE, D., S. y DOODE, 2010.** Los comcáac (seri): hacia una diversidad biocultural del Golfo de California y estado de Sonora, México. *Estudios sociales, número especial. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.*
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA (MMAA), 2014.** *Programa Nacional de Biocultura.* Bolivia: Disponible en: bioculturamonitoreo.org
- OLIVÉ, L., 2014.** Ética y patrimonio biocultural. *En: revista La Jornada del Campo.* No. 76.
- PRETTY J, A.B., F. BERKES, S. ATHAYDE, N. DUDLEY, E. HUNN, L. MAFFI, K. MILTON, D. RAPPORT, P. ROBBINS, E. STERLING, S. STOLTON, A. TSING, E. VINTINNERK & S. PILGRIM, 2009.** The Intersections of Biological Diversity and Cultural Diversity: Towards Integration. *Conservat Soc* Disponible en: <http://www.conservationandsociety.org/text.asp?2009/7/2/100/58642>
- RIZO, M., 2004.** Interacción y comunicación. Apuntes para una reflexión sobre la presencia de la Interacción en el campo académico de la comunicología, en Martell, Lenin (coord.). *Hacia la construcción de una ciencia de la comunicación en México. Ejercicio reflexivo 1979-2004,* Asociación Mexicana de Investigación de la Comunicación (AMIC), México, pp. 101-124.
- RED DE ETNOECOLOGÍA Y PATRIMONIO BIOCULTURAL (REBP), 2015.** *Patrimonio biocultural.* Disponible en la página: <http://www.etnoecologia.uv.mx>
- RED DE ETNOECOLOGÍA Y PATRIMONIO BIOCULTURAL (REBP) (2013).** Regiones bioculturales: Tu tuú Un Yucoo: nuestra vida, nuestro territorio. Disponible en la página: <http://www.etnoecologia.uv.mx>
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL (SAGARPA), 2015.** *Contextos de alto valor biológico y sus recursos fitogenéticos.* Disponible en la página: <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SANDÍN, M.P., 2003.** *Investigación cualitativa en educación.* Fundamentos y tradiciones. Madrid: McGraw Hill.
- SCHÜTZ, A., 1993.** *La construcción significativa del mundo social: Introducción a la sociología comprensiva.* Barcelona: Paidós.
- TOLEDO, V., BARREIRA-BASSOLS, N., 2009.** *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.* Barcelona: Icaria Editorial.
- VALENCIA, G., 2015.** *Hacia una formación científica civilista: discusiones sobre el cuidado del patrimonio Biocultural en un grupo de niños, niñas y jóvenes participantes de un club científico.* Universidad de Antioquia. Medellín.

Apreciación de los alimentos funcionales en población urbana

Viviana Cruz Alfaro¹, Gabriela Palacios Pola²,
Adriana Caballero Roque², Susana Guadalupe Zea Caloca¹

¹Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente #1150, Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. | ² Grupo de Investigación en Alimentación Sustentable. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Col. Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: gabriela.palacios@unicach.mx. 6170440 ext. 4260.

RESUMEN

El término *alimento funcional* es poco conocido actualmente por ciertos sectores de la población urbana. Es importante dar a conocer los efectos benéficos de éstos para mejorar la salud y/o reducir el riesgo a padecer diversas enfermedades. El presente trabajo exhibe los resultados del estudio realizado para conocer la percepción de los alimentos funcionales que tiene una muestra de 100 habitantes de la población urbana correspondiente a Tuxtla Gutiérrez.

Palabras Clave: alimentos funcionales, enfermedades, salud.

ABSTRAC

The term *functional food* is currently little known for certain sectors of the urban population. It is important to report benefic effects to the human body when it comes to improve the health, provide well-being and reduce the risk to suffer some of the most common chronic and degenerative diseases. This work aims to exhibit the results of a study made to know about the perception of functional foods that has the urban population, it corresponds to a sample of 100 inhabitants of Tuxtla Gutiérrez.

Key words: Functional foods, disease, health.

INTRODUCCIÓN

Para que un alimento sea considerado “funcional” debe estar satisfactoriamente probado que tiene un efecto benéfico en una o más funciones del cuerpo. Además de tener proporciones adecuadas de nutrientes, éstos pueden ayudar a mejorar la salud y a prevenir el padecimiento de enfermedades como el cáncer, la diabetes, entre otras (De Ross, 2004).

Las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y el sistema inmunológico son las áreas preferentes de acción de los alimentos funcionales, aunque el interés que se deposita en las enfermedades que pueden prevenirse con ellos varía dependiendo de algunos factores como el género y la edad de las personas (Ares *et al.*, 2008).

Los alimentos funcionales, además, en principio surgieron como una alternativa a los costosos tratamientos médicos para atender algunas enfermedades. Ante esa problemática, los alimentos funcionales fueron la respuesta (Ares *et al.*, 2008).

El sector de la población al que puede ser dirigido este tipo de alimentos crece de manera paralela a la expansión del conocimiento acerca de los mismos. Poco a poco los alimentos funcionales son más reconocidos y esto trae beneficios a diferentes sectores puesto que involucra a la economía, la investigación, la salud, entre otros, lo que abre un nuevo panorama de saberes. (Sarmiento, 2006).

La industria alimentaria está realizando una fuerte inversión en el desarrollo de este tipo de productos, que se refleja en el aumento de su presencia en los lineales de los supermercados. Esta presencia surge como respuesta a una creciente preocupación de la población por tener una alimentación adecuada y por la creciente asociación entre la alimentación, la salud y la belleza (Aguilera *et al.*, 2010).

Para efectos de la investigación, se realizaron encuestas con habitantes de una población urbana, revelándose así datos interesantes acerca de la percepción que se tiene de los alimentos funcionales.

METODOLOGÍA

Se aplicaron encuestas a 100 pobladores de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, debido a que es una muestra útil para ser analizada estadísticamente; los encuestados fueron seleccionados al azar. Posteriormente los resultados obtenidos de las encuestas se capturaron y se realizaron tablas y gráficas para representarlos con sus respectivos análisis. Entre las variables incluidas en la investigación se encuentran: edad, estado civil, escolaridad, factores importantes que influyen en la salud, información nutrimental de los productos que consumen, nivel de aceptación de alimentos con efectos benéficos para la salud, y enfermedades que deseen controlarse o prevenirse mediante el consumo de ciertos alimentos.

En el caso de los factores que influyen en la salud de las personas, los encuestados tenían la oportunidad de marcar cada factor con un grado de importancia del 1 al 5, dependiendo de la opinión o hábitos personales, siendo 1 “nada importante” y 5 “muy importante”.

En referencia a los alimentos procesados que son adquiridos en los establecimientos, se indagó acerca de la importancia atribuida a la información nutrimental de éstos que son consumidos, además se solicitó que se señalara la frecuencia con la que leen la información del alimento a consumir, como peso neto, fecha de caducidad, etcétera, marcando en la tabla: “siempre”, a “veces” o “nunca”.

Acerca de las enfermedades que pueden controlarse mediante el consumo de alimentos funcionales, se mostraban nueve opciones de las cuales el encuestado podía marcar un máximo de tres. Cabe señalar que se trata de los padecimientos que aquejan la salud de la sociedad en la actualidad.

También se otorgaron dos muestras de *snacks*, que consistían en galletas dulces codificadas como A y B. La muestra A fue elaborada a base de harina de trigo con sustitución del 10% de su peso por hojas deshidratadas y pulverizadas de hojas de chaya, a la que llamaremos harina no convencional (HNC); en tanto que la muestra B se trataba de una galleta realizada a base de harina de trigo sin adición de HNC. Esta degustación se empleó para medir el nivel de aceptación y la preferencia que expresaban los encuestados, así como para ejemplificar un alimento funcional. Las galletas fueron elaboradas con harina de trigo (300 g), mantequilla (125 g), sacarosa (125 g), huevo (1 pieza) y esencia de vainilla (5 ml).

Debido a que a la masa de la muestra A se le añadió una proporción del 10% de chaya deshidratada y pulverizada, las galletas fueron teñidas de color verde olivo,

por tanto, la masa de la muestra B se teñió empleando un colorante natural de tono verde.

Para elaborar la harina no convencional de chaya, las hojas fueron seleccionadas, lavadas y desinfectadas, posteriormente fueron escaldadas en agua hirviendo por 5 minutos, dentro de un recipiente de acero inoxidable, con el objetivo de eliminar la cianhidrina, molécula precursora del cianuro. Finalmente, se escurrieron las hojas y se colocaron en charolas para ser introducidas en el horno deshidratador a 60°C por 24 horas. Después del tiempo señalado, se trituraron e hicieron pasar por tamices hasta obtener el polvo fino que fue reservado para la preparación de las galletas.

RESULTADOS

Entre las características sociodemográficas de la muestra de habitantes urbanos resultaron datos interesantes como la participación de 52 son mujeres y 48 son hombres, por lo que es importante considerar que hay equidad de género en la distribución de opiniones acerca de los alimentos funcionales. El 8% de los encuestados tienen 19 años de edad, en tanto que se considera que la edad promedio de las personas que respondieron las encuestas es de 30.23 años.

Se cuestionó a los pobladores encuestados si alguna vez había escuchado el término *alimento funcional*. De acuerdo a las encuestas, (figura 1) únicamente el 20% de los encuestados ha escuchado alguna vez sobre alimentos funcionales, contra 80% que nunca lo ha oído; esto representa un índice bastante bajo, lo cual recalca la necesidad de enfatizarse en la difusión de dichos alimentos y exhortar a la sociedad a adquirir el conocimiento de los mismos para dar cabida a la posibilidad de incluirlos en su dieta.

Es importante mencionar que de los 80 individuos que desconocen el término, 42 han alcanzado la licenciatura como máximo grado de escolaridad, por lo que se sugiere que dentro de los programas universitarios relacionados con alimentación y salud, se integren temas asociados a la importancia del consumo de alimentos funcionales en la prevención de algunos padecimientos cotidianos.

En la figura 2 se plasman los conceptos que vienen a la mente de las personas al escuchar *alimento funcional*, 33 individuos piensan que es algo saludable o sano, aunque no afirman que es un alimento, seguido por 32 respuestas que indican no saber de qué se trata, y en tercer lugar hay 20 personas que lo relacionan con un alimento. Esto atenua el hecho de que muchas personas no han escuchado nunca acerca del término, ya que al menos lo relacionan

con alimento y salud, que no es algo muy alejado de la realidad, aunque deben implementarse medidas informativas para que el porcentaje de la población que no lo relaciona con algo, tenga conocimiento confiable del concepto y su importancia.

Por otro lado, 9 personas asocian el término con alimentos “llenadores” o “elaborados con el empleo de químicos”. Un porcentaje mínimo de la población (1% cada variable) lo relaciona con funciones de la alimentación, alimento para animales, energía, o metabolismo humano.

Desde el punto de vista de los consumidores, se ha sostenido que los alimentos funcionales se emplean por ser “buenos para la salud”, aunque las personas no conocen cuáles son sus efectos específicos o sus mecanismos de acción; los nutraceuticos, en cambio, se consumen porque se conocen sus efectos terapéuticos particulares. Por lo tanto, lo que para un consumidor es un alimento funcional, para otro puede actuar como un nutraceutico (Kalra, 2003; Pochettino *et al.*, 2012).

En la tabla 1 se muestran los valores que los encuestados dieron a los diferentes factores para conservar la buena salud. Se puede observar que el factor que consideran que influye más en la salud del individuo es evitar fumar (85 encuestados lo marcaron como muy importante), seguido de hacer ejercicio y llevar una dieta sana (marcados ambos como muy importante por 78 individuos); lo que consideran de menor influencia es evitar el estrés (marcado por ocho personas como nada importante) y el factor hereditario (marcado por 7 personas como nada importante). Estas respuestas están estrechamente vinculadas a la información que se recibe del entorno en una ciudad, la cual puede proceder de pantallas, espectaculares, comerciales de radio, anuncios televisivos, entre otros. Referente a la inclusión de dieta sana y ejercicio diario, actualmente varios programas de Instituciones de Salud han involucrado estos temas, sobretodo debido a que 25 % de la población adulta mundial presenta síndrome metabólico, que se define como el conjunto de factores de riesgo cardiovascular constituido por obesidad de distribución central, dislipidemia caracterizada por elevación de las concentraciones de triglicéridos y disminución de las concentraciones de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), anormalidades en el metabolismo de la glucosa e hipertensión arterial, estrechamente asociado a resistencia a la insulina (Fernández, 2016). Esta alarmante cifra ha encendido las alarmas de los gobiernos de varios países, incluyendo a México, ya que está directamente relacionada con los elevados costos de tratamiento de estos padecimientos.

Acercas de las enfermedades que los encuestados señalaron como importantes de controlar mediante el consumo de alimentos funcionales, los resultados indicados en la figura 3 muestran que los pobladores manifiestan un interés mayor en la diabetes, seguida del sobrepeso y en tercer lugar las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, empatadas con 34% cada una.

Analizando la tabla 2 puede concluirse que las personas se fijan más en la vida de anaquel de los alimentos que compran y consumen (62%), mientras que el aspecto que nunca revisan es el país de origen (47%). Aunado a esto, es válido argumentar que en las etiquetas de productos procesados mexicanos no se menciona que se trata de un alimento funcional, razón por la cual la percepción de este tipo de alimentos por los consumidores no se ve reflejada en este estudio, contrario a lo que se presenta con el conocimiento de la fecha de caducidad que se relaciona de inmediato con la decisión de compra.

El gráfico de la figura 4 hace referencia a los resultados obtenidos tras otorgar a los encuestados dos muestras de galletas y cuestionar cuál de ellas preferían. La muestra A fue elaborada con HNC de chaya, la muestra B era una galleta regular. La mayoría de los encuestados (61%) prefirió la galleta elaborada con una proporción añadida de harina de chaya; el 33% optó por la galleta regular y un pequeño porcentaje (6%) manifestó indiferencia respondiendo que no prefería ninguna de las dos muestras.

Estudios similares fueron presentados por Hanaa y colaboradores (2015), quienes evaluaron las características funcionales de galletas sublimadas con ficocianina pura aislada a partir de espirulina y biomasa de espirulina, encontrando que estos productos funcionales presentan buenos perfiles sensoriales y nutritivos y que se podrían desarrollar como un nuevo nicho del mercado de la alimentación, ya que los resultados de las pruebas sensoriales de las galletas pigmentadas con espirulina indicaron mejores calificaciones que las que obtuvieron las galletas control.

Por último, el 98% de los encuestados creen que existen algunos alimentos que pueden causar efectos positivos en la salud, y el 86% está dispuesto a comprar y consumir estos alimentos. Estas respuestas coinciden con las de encuestados uruguayos, según reportaron Ares y colaboradores (2008), quienes en un 98.5% respondieron que “sí” están interesados en la compra y consumo de alimentos funcionales.

CONCLUSIONES

En general, el conocimiento acerca de los alimentos funcionales es escaso. Sin embargo, la población muestra preocupación por mejorar la salud y la calidad de vida; lo

que desconocen son las acciones necesarias para lograrlo, a pesar de que en las instituciones de salud se ofrecen programas para que la población tenga oportunidad de poseer un estilo de vida saludable.

Llevar una dieta sana se encuentra en un muy buen lugar en cuanto a la importancia que las personas le otorgan, lo que da pauta a la introducción de los alimentos funcionales con una buena probabilidad de tener éxito. También el hecho de que 86 de 100 personas estén dispuestos a comprar y consumir estos alimentos resulta favorable para la implementación de propuestas de productos funcionales en nuestra comunidad.

Acerca de la frecuencia con la que se leen las etiquetas de los alimentos, no es de sorprender que las personas lean con más frecuencia la vida de anaquel, puesto que las personas poseen el conocimiento de que un alimento caducado puede causar enfermedades que pueden ser desde leves hasta letales. En tanto que algunos aspectos no son revisados por los consumidores, como contenido neto y país de origen.

Se puede deducir que este tipo de alimentos con propiedades benéficas para el organismo no tendrían

mucho problema en ser aceptadas por la sociedad: esto se ve reflejado en la preferencia de los encuestados por la galleta elaborada con HNC de chaya, un quelite considerado como alimento funcional por su elevado contenido de proteínas, hierro, calcio y vitamina C (Palacios *et al.*, 2014).

Tras el estudio realizado y el análisis de sus resultados, podría decirse que es únicamente cuestión de informar a las personas y orientarlas para que puedan tomar las decisiones adecuadas en el cuidado de su salud. Asimismo, pueden adoptar hábitos que contribuyan a su bienestar. Los alimentos funcionales pueden formar parte de la dieta de cualquier persona. Pero además, están especialmente indicados en aquellos grupos de población con necesidades nutricionales especiales (embarazadas y niños), estados carenciales, intolerancias a determinados alimentos, colectivos con riesgos de determinadas enfermedades (cardiovasculares, gastrointestinales, osteoporosis, diabetes, etc.) y personas mayores (Aranceta-Serra, 2005). Se requiere aumentar la difusión de este tipo de alimentos con el objetivo de que la salud se mejore al incorporarlos a la dieta.

LITERATURA CITADA

- ARANCETA J. & L.L. SERRA, 2005.** *Alimentos funcionales: para una alimentación más saludable*. Instituto Omega 3. Puleva Foof y SENC.
- AGUILERA, C.M., J.M. BARBERÁ, L. ESPERANZA, A. DUARTE, J. GÁLVEZ, A. GIL Y B. OLMEDILLA, 2010.** *Alimentos funcionales. Aproximación a una nueva alimentación*. Madrid: Salud Madrid.
- ARES, G., A. GIMÉNEZ & A. GÁMBARO, 2008.** Uruguayan consumers perception of functional foods. *Journal of Sensory Studies* (23): 614–630.
- DE ROSS, N.M. 2004.** The potential and limits of functional foods in preventing cardiovascular disease. En *Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- FERNÁNDEZ, J.C., 2016.** Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 47 (2): 106-119.
- HANAA, H.A., S.E. GAMAL & E.A.I. MAN, 2015.** Functional characters evaluation of biscuits sublimated with pure phycocyanin isolated from Spirulim and Spirulina biomass. *Nutrición Hospitalaria*. 32 (1): 231-241.
- KALRA, E.K., 2003.** Nutraceutical. Definition and introduction. *AAPS Pharm. Sci.* 5: 27-28.
- PALACIOS, G., T. RODRIGUEZ, P. AYVAR, J. PANTOJA, Y. BARTOLÓN Y M. ADUD, 2014.** Incorporación de chaya *Cnidocolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst. (Euphorbiaceae) y pacaya *Chamaedorea tepejilote* Liemb. (Arecaceae), en alimentos de consumo frecuente con medición de parámetros de calidad sanitaria, sensorial y nutricional. *LACANDONIA rev. Ciencias* 8 (2): 97-101.

POCHETTINO, M.L., J.P. PUENTES, F. BUET COSTANTINO, P.M. ARENAS, E.A. ULIBARRI & J.A. HURRELL, 2012. Functional Foods and Nutraceuticals in a Market of Bolivian Immigrants in Buenos Aires (Argentina). Evid.-Based Complement. *Alternat. Med.* 2012: 320193.

SARMIENTO R.L., 2006. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia* 10: 16-23.

¿Alguna vez ha escuchado el término "alimentos funcionales"?

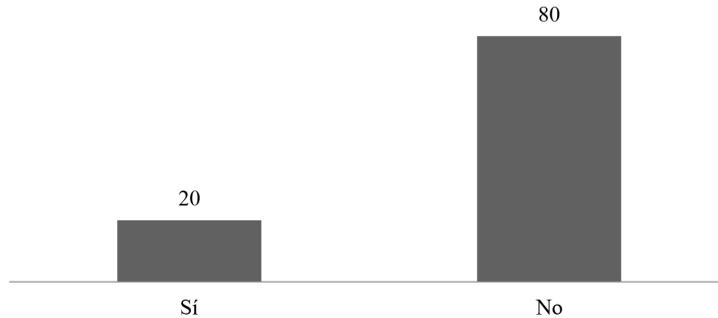


FIGURA 1

Porcentaje de personas que respondieron acerca del conocimiento de alimentos funcionales.

	Nada impornante	Poco importante	Indiferente	Importante	Muy importante
Hacer ejercicio	2	1	6	13	78
Evitar fumar	7	3	1	4	85
Herencia	7	11	16	18	48
Evitar el estrés	8	8	2	14	68
Evitar el alcohol	5	0	8	10	77
Llevar una dieta sana	1	0	7	14	78

TABLA 1

Factores importantes para la salud

	Peso neto	Vida de anaquel	Lista de ingredientes	Tabla nutrimental	País de origen
Siempre	31	62	21	20	17
A veces	39	24	60	47	36
Nunca	30	14	19	33	47

TABLA 2

¿Con qué frecuencia lee las etiquetas de los alimentos que compra?

¿Qué piensa usted que es un alimento funcional?

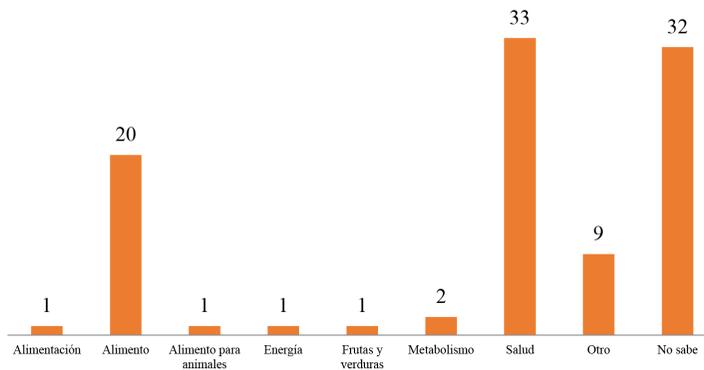


FIGURA 2

Porcentaje de personas que respondieron acerca del conocimiento de alimentos funcionales.

Control de enfermedades

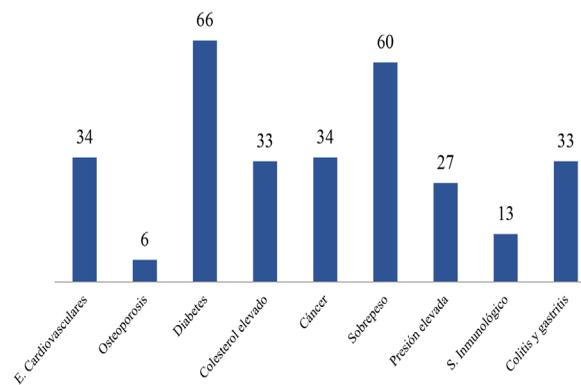


FIGURA 3

Enfermedades que pueden controlarse mediante el consumo de alimentos funcionales.

¿Cuál muestra de galletas prefiere?

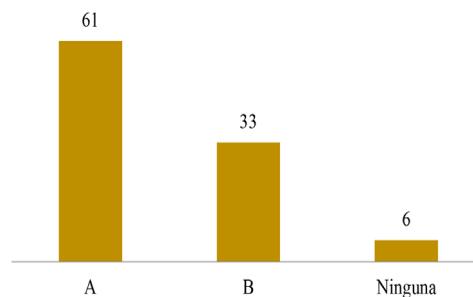


FIGURA 4

Preferencia de galletas ofrecidas a los encuestados.

Aprovechamiento de sobrantes de papaya en subproductos alimentarios

Susana del Carmen Bolom Martínez¹,
Paulina Ayvar Ramos¹
William Ramiro Gamboa Luna¹

¹Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte poniente 1150. Colonia Lajas Maciel email: susana.bolom@unicach.mx

RESUMEN

La investigación tiene como finalidad utilizar los sobrantes de la papaya y transformarlos en mermelada y dulce cristalizados artesanal, para favorecer al aprovechamiento de la fruta y ofrecer una alternativa económica al pequeño productor de la localidad La Garza, Chiapas. Se realizaron visitas y entrevistas de enero a junio 2016 para conocer sobre la producción de papaya, también se aplicó encuestas de aceptación de los productos al público. Se destaca en los resultados que la elaboración de estos subproductos es viable para la venta a granel en la región y fuera de la región, recibieron una alta aceptación en términos de color, olor, apariencia y sabor. Se concluye que la falta de conocimientos y estrategias para usar los sobrantes de alimentos limita productivamente a los pequeños productores; que la elaboración de subproductos alimentarios es una alternativa viable para reducir la subutilización de frutas y favorece a la economía familiar.

Palabras claves: subproducto alimentario, aceptabilidad, economía campesina, Villaflores.

ABSTRACT

The research aims to use leftover papaya and transform them into jam and sweet handmade crystallized, to favor the use of fruit and offer an economic alternative to small producers of the town La Garza, Chiapas. Were conducted visits and interviews from January to June 2016 to learn about the production of papaya, surveys acceptance of products to the public was also applied. Highlighted in the results that the development of these products is viable for sale in bulk in the region and outside the region, they received a high acceptance in terms of color, odor, appearance and taste. It is concluded that lack of knowledge and strategies to use leftover food productively limited to small producers; that the development of food products is a viable option to reduce the underutilization of fruits and favors alternative family economy.

Key words: food product, acceptability, rural economy, Villaflores.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados se estima que en los últimos 50 años la producción mundial de alimentos ha aumentado de gran manera. Entre 1990 y 1997 la producción per cápita de alimentos creció casi un 30% equivalente a 1,300 millones de toneladas, sin embargo en el mundo aún pasan hambre 830 millones de personas, aproximadamente una de cada siete (CINU, 2016). En la lucha contra el hambre, existen programas especializados para combatirlo y logra que la población tenga una mayor seguridad alimentaria, como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que es uno de los organismos más importantes para la ONU en la lucha contra el hambre y el mantenimiento

de una seguridad alimentaria. Una de sus estrategias es asegurar el asesoramiento para el mejoramiento de la producción de alimentos.

México ocupa actualmente el tercer lugar en producción de alimentos en Latinoamérica y el décimo segundo en el mundo, con una producción para este año estimada en 280 millones de toneladas de alimentos, de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), (SAGARPA, 2015).

En contraste, en el año 2013, según estudio de la FAO el 54% de desperdicio de alimentos en el mundo se produce en las etapas iniciales de la producción, manipulación y almacenamiento post-cosecha y el 46% restante en las etapas de procesamiento, distribución y consumo de los alimentos (FAO, 2013). El desperdicio se presenta en las primeras etapas de la

producción debido a daños mecánicos y/o derrames durante la cosecha (trilla o recolección de la fruta); en la selección del alimento debido a las exigencias estéticas del mercado; en la manipulación y almacenamiento y transporte desde el campo hasta al lugar de distribución. Millones de toneladas de toda clase de vegetales en perfecto estado se destruyen por la más leve imperfección (Miró, 2011).

Se estima que se tiran 1.300 millones de toneladas anuales de alimentos que estarían en condiciones para el consumo humano. Silvina Ferreyra responsable de Comunicación y Gestión de Conocimiento de la FAO asegura que “con lo que se tira se podría alimentar a 2.000 millones de personas” (Banco alimentario, 2013), dentro de los países que tienen mayor índice per cápita como Europa y Norteamérica, y los de menor índice de desperdicio para consumo final son los países de África.

Como consecuencias del desperdicio y la pérdida de alimentos no solamente se provoca la carencia de alimentos en algunos países, según la FAO (2012) existen cuatro maneras en las que podemos ver manifestaciones de cómo afecta el desperdicio de alimentos en el medio ambiente a través de la huella de carbono, la huella de agua, las tierras desperdiciadas y el cambio en la biodiversidad del lugar en donde se produjeron dichos alimentos. Así como la producción de gases de efecto invernadero que son los que generan impacto sobre el cambio climático (FAO, 2014).

Las frutas se componen principalmente por tres partes: la pulpa, semilla y cáscara. Siendo el de mayor consumo la pulpa tanto por el mercado y las industrias. En México las principales empresas que transforman la papaya, se destacan entre ellas Gerber, enfocado a la línea de bebés e Industria Citrícolas de Montemorelos, S.A. Así como otras que congelan y envasan el producto (COFUPRO, 2003). La papaya mantiene una gran diversidad de segmentos de mercados que la consumen, según su grado de madurez se emplea un procesamiento dentro de la industria para su consumo, como: papaya fresca, papaya deshidratada, en polvo, cristalizada y en cubo, puré de papaya, mermelada y almíbar, jugo de papaya y papaina.

Por lo tanto debido a la diversidad de usos de la papaya y debido su desperdicio durante el ciclo de cosecha, el propósito de esta investigación fue proporcionar alternativas al uso de desechos de la papaya a productores agrícolas; particularmente se toma el caso del señor Rember Gordillo, productor de papaya de la localidad de la Garza, en Villaflores Chiapas, quien como productor y empresario busca vías alternas para el uso sustentable de los residuos; usar los sobrantes de papaya desperdiciados y transformarlos en subproductos con valor agregado, que pueda ofrecer al mercado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de estudio descriptivo y transversal con enfoque experimental, se realizó una entrevista semiestructurada al Sr. Rember Gordillo, productor de papaya de la localidad de Jesús María Garza La Garza, ubicado en el municipio de Villaflores, Chiapas para obtener datos referentes sobre: producción total de papaya, costos de producción, cantidad y calidad de los sobrantes de la papaya por periodo, costo de venta, uso de los sobrantes de papaya. También se realizó análisis FODA del productor (Martínez, 2005), así como la visión y misión, valores y caracterización de los productos. Con base en la información obtenida se elaboraron dos subproductos alimentarios a partir de sobrantes de papaya, los cuales se les asignó un código de identificación: mermelada (341) y dulce cristalizado (787)

Para evaluar el grado de aceptación de las muestras se aplicó una evaluación con base a una Escala Hedónica de nueve puntos, valorando cuatro criterios organolépticos: color, olor apariencia y sabor. Aplicando a una muestra no probabilística de 30 personas, para la presentación de los resultados se utilizó el programa Minitab versión 16 para Windows.

RESULTADOS

Entre los resultados de esta investigación, se confirma que uno de los principales problemas que presentan los pequeños productores de papaya de la localidad de La Garza, es la falta de conocimiento para aprovechar el sobrante de su producción final de papaya en cada ciclo de cosecha. Que las papayas sobrantes son aquellos que el comprador mayorista o minorista, considera que estaba golpeado, mallugado, demasiado maduro, no está suficientemente maduro o incluso porque su aspecto no era agradable o perfecto. En este sentido el productor termina por regresarlos a la zona de producción y al no venderlo finalmente lo tira, en el mejor de los casos, lo ubica en una zona específica para que se pudra y pueda utilizarlo como abono.

Actualmente el productor siembra papaya en 6 hectáreas de terreno. Al final del ciclo de producción se estimó que el 10% de la producción se desperdicia, es decir: 36 toneladas desperdiciadas de 360 toneladas de papaya producidas.

Derivado de lo anterior, con el productor se acordó elaborar dos subproductos conocidos en el mercado: mermelada y dulce cristalizado, ya que suelen ser productos de gran vida de anaquel y fáciles de realizar. Además

de que el productor estuvo interesado por considerarlos como posibilidad para tener un ingreso extra.

Se elaboró la mermelada de papaya y el dulce cristalizado de papaya de manera artesanal. La elaboración de los productos se realizó en el rancho del productor, la intención inicial fue ofrecerlos a la venta a granel, y se estimó junto con el productor un costo mínimo a mayoreo de \$85 pesos el kilo para el dulce cristalizado y \$50 pesos el kilo para la mermelada.



FIGURA 1 Mermelada de papaya.



FIGURA 2 Dulce de papaya empaquetado.

Una vez elaborado el producto, se realizaron las pruebas de aceptabilidad de los productos elaborados de la mermelada (343) y dulce cristalizado de papaya (747), las muestras estaban acompañadas de una papeleta y se calificó color, olor, apariencia y sabor de cada una de las muestras; participaron 30 personas del público en general (jueces no entrenados) de diversos sectores de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Se analizaron los datos por el programa Minitab, los resultados se presentan en histogramas:

Prueba de aceptación de la mermelada de papaya (muestra 343):

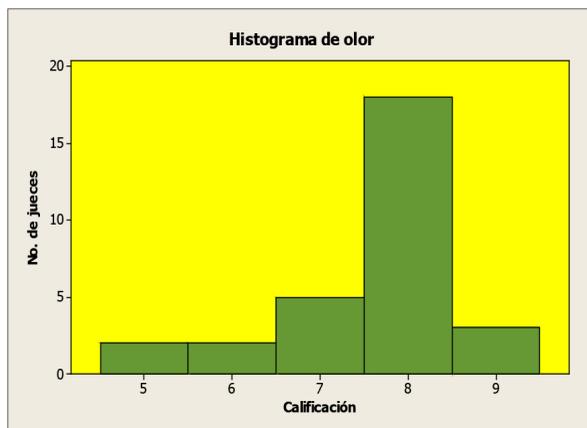
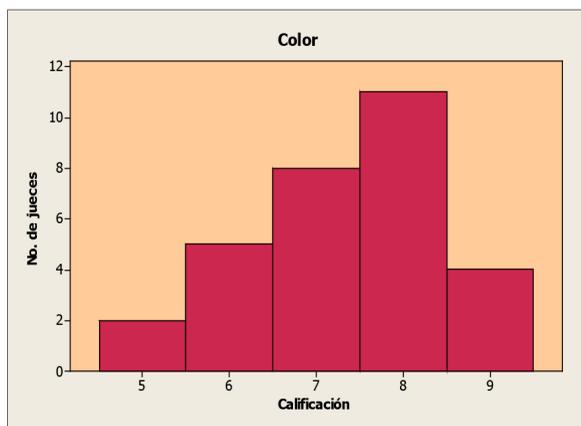


FIGURA 3 y 4 Prueba de aceptabilidad del color y olor de la muestra 343.

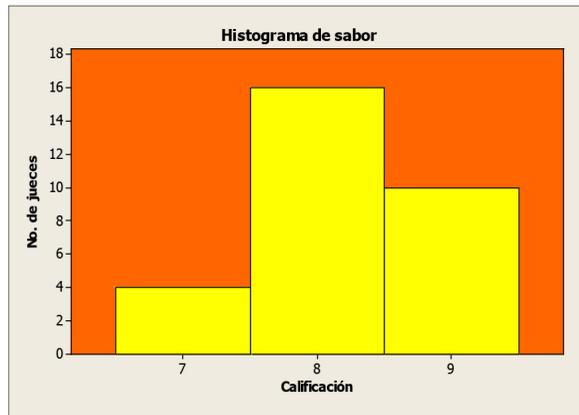
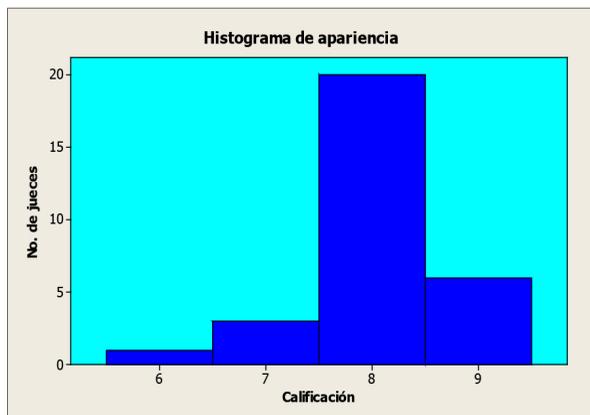


FIGURA 5 y 6 Prueba de aceptabilidad de la apariencia y sabor de la muestra 343.

Como puede observar, los puntajes para la muestra 343, mermelada de papaya, los principales resultados en cuanto a color, olor, apariencia y sabor, tuvo resultados

favorables con valoración de 8: “me gusta mucho”, lo cual indica que la mermelada tuvo las características idóneas para una mermelada típica.

Prueba de aceptación del dulce cristalizado (muestra 747):

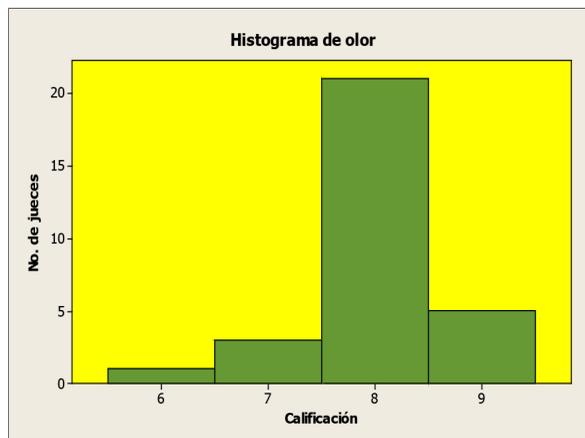
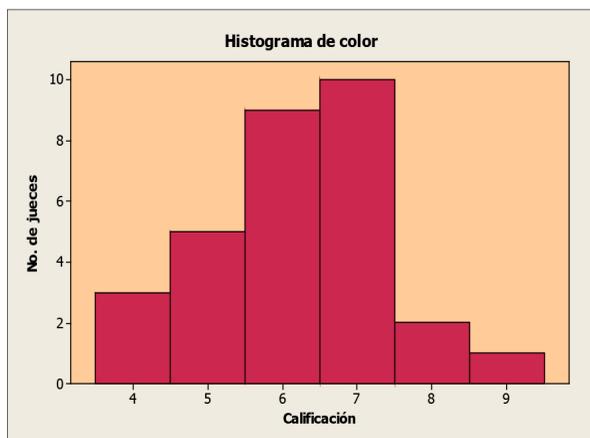


FIGURA 7 y 8 Prueba de aceptabilidad del color y olor de la muestra 747.

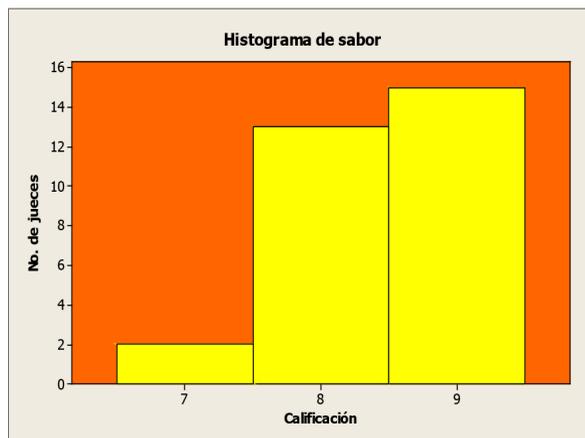
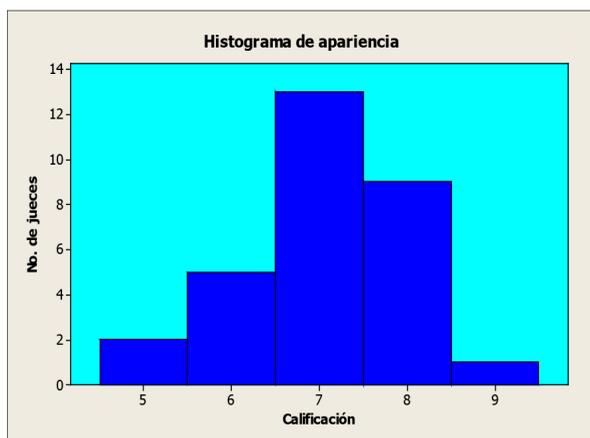


FIGURA 9 y 10 Prueba de aceptabilidad de la apariencia y sabor de la muestra 747.

En cuanto a se refiere a la muestra 747: dulce cristalizado, se encontró que en cuanto al olor y sabor los resultados fueron aceptables con puntajes de 8: “me gusta mucho” y 9: “me gusta muchísimo”, respectivamente. En relación al color y apariencia los resultados marcaron resultados de 7: “me gusta un poco”; esto es debido a que el color del dulce suele tornarse de color café y la apariencia típica de la papaya fresca cambia y finalmente la apariencia no tuvo puntaje elevados, debido a que como se utilizan sobranes, no hay uniformidad en todos los trozos de papaya.

En general se encontró que hay una muy buena aceptación tanto de la mermelada como del dulce cristalizado en términos de olor, apariencia, sabor y color.

Entre los resultados esperados en esta investigación, también fue la de definir la misión, visión y valores de su empresa familiar, y se caracterizó el eslogan de los productos.

El pequeño productor establece como misión:

“Ser una empresa que utiliza sobranes de alimentos de productores agrícolas para la producción de subproductos alimenticios y con esto ayudar a la solución del problema de desperdicio de alimentos”.

La visión que la el productor tiene para su futura empresa es:

“Ser una empresa líder en la rama del tipo de venta de su producto y con esto poder tener a futuro asociados y trabajar con productores de diferentes tipos de cosechas”.

Los valores que reconoció importantes para su empresa, el productor propone tenerlos dentro y fuera de la empresa comprometiéndose principalmente al servicio del cliente. Los cuales son: honestidad, la calidad del trabajo y producto final, el trabajo realizado por los equipos, el respeto que deberá existir dentro de la empresa como con los clientes, compromiso hacia el cliente.

Se construyó la caracterización de los productos:

“Mermelada o dulce cristalizado a base de papaya sin conservadores, ni colorantes elaborada con una receta de características caseras, aprovechando los sobranes de papaya de pequeños productores de la localidad de la Garza, ubicada en Villaflores, Chiapas”.

Uno de los factores que será diferentes a productos similares es que se incluirá en la etiqueta la leyenda de que la fruta utilizada proviene de sobrante de un pequeño agricultor, productor de papaya, a fin de favorecer a la economía campesina y reducir el impacto ambiental, además de su importancia de aprovechar al máximo la materia prima para evitar pérdidas y desperdicios de alimentos.

Finalmente, se realizó la matriz o análisis FODA, para conocer las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y posibles amenazas.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
El productor cosecha la materia prima. Al trabajar con sus residuos implica un ahorro en los gastos de producción. Procura tener un ambiente laboral favorable con oportunidades a otros trabajadores. Cuenta con apoyo y experiencia en participación en proyectos con gobierno. Suficiente experiencia en la elaboración del producto.	Falta de personal capacitado para comenzar la empresa. El capital financiero mal administrado, pues hasta cierto punto no se había estandarizado como tal el manejo monetario. Aun no existe una marca para los productos, ni nombre de la empresa. Falta de compradores potenciales.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
La competencia dentro de la región es débil. Podría asociarse con otros pequeños productores. La experiencia puede ser motivación para otros productores que tengan el mismo problema de sobranes de sus cosechas. Se generarían empleos para apoyar a aquellas personas que lo necesiten. La participación en SAGARPA, ofrece capacitación constante.	El cambio climático podría devastar el cultivo. La globalización hace que se pierda la tradición del consumo de dulces regionales. Tendencias al consumo de nuevos productos.

TABLA 1

Análisis FODA.

Se construyó el análisis FODA para ofrecer mayor claridad de posibles acciones o estrategias en esta etapa inicial de la propuesta y que pueda brindar orientación al pequeño productor para que en un futuro pueda construir su plan de negocios.

CONCLUSIONES

Una alternativa viable para reducir el desperdicio y pérdida de alimentos para el productor agrícola es la elabo-

ración de subproductos alimentarios como: mermeladas, dulces, conservas, etc., así como otros productos como abonos o comida para animales de corral. Además de que estas estrategias favorecen la economía familiar, así como el uso sustentable de los alimentos y favorece la preservación del ambiente.

<http://www.cinu.mx/temas/alimentacion/>

LITERATURA CITADA

BANCO ALIMENTARIO, 2013. *Con lo que se tira se podría alimentar a 2.000 millones de personas.* Buenos Aires. Recuperado de: <http://bancoalimentario.org.ar/las-consecuencias-del-desperdicio-de-alimentos/>

CINU, 2016. *Alimentación.* Centro de Información de las Naciones Unidas. Recuperado de: <http://www.cinu.mx/temas/alimentacion/>

COFRUPO, 2003. *Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología del estado de Chiapas.* Fundación Produce Chiapas, A. C., Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Chiapas.

FAO, 2011. *Reducir el desperdicio para alimentar al mundo.* Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/74327/icode/>

FAO, 2012. *Pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo: alcance, causas y prevenciones.* Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s.pdf>

FAO, 2013. El desperdicio de alimentos daña al clima, el agua, la tierra y la biodiversidad. Recuperado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/196368/>

FAO, 2014. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. *Boletín 3.* Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5504s.pdf>

MARTINEZ, D. 2005. *Elaboración del plan estratégico.* 3ª.Ed. España. Díaz Santos. 363 p.

MIRÓ, M., 2011. Cada año se desechan más de mil millones de toneladas de alimentos. *Revista El comercio.* Perú.

SAGARPA, 2015. *Impulsa México sistemas de información agroalimentaria; inciden en mejor planeación y ordenamiento de mercados.*

Optimización de riego mediante el uso de energía Solar

Laura de Jesús Velasco Estrada¹, Zoily Mery Cruz Sánchez¹,
Enoch Yamil Sarmiento Martínez¹, Bulmaro Díaz Fonseca¹

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Boulevard Belisario Domínguez, km 1081, S/N., C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Autor de correspondencia: ¹ Correo electrónico: lau-velasco@hotmail.com. Cel. 9611329188

RESUMEN

En este proyecto se ha desarrollado un sistema de optimización de riego mediante el uso de energía solar. El primer objetivo de este sistema es proporcionar la humedad necesaria y poder realizarlo de distintas maneras dependiendo de las necesidades de cada planta. Se hace referencia a las plantas de ornato del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, utilizando un método de riego eficiente para evitar pérdidas de agua. El propósito de la irrigación es poder reponer periódicamente el almacenamiento de la humedad del suelo en la zona radicular de la planta. Este proyecto tiene como principal objetivo el desarrollo de un sistema de riego automático para satisfacer las necesidades de riego de manera inteligente, con un impacto en el ahorro de agua a través del control de la variable humedad del suelo para generar economía de hasta un 50% en el consumo total, en cuanto al sistema de riego se refiere.

Palabras clave: irrigación, sistema, riego, agua, control, ahorro, sustentabilidad, programación, microcontrolador, lenguaje C++.

ABSTRACT

In this project, it has developed an irrigation system optimization by using solar energy. The first objective of this system is to provide the necessary moisture and to do it in different ways depending on the needs of each plant; using an efficient method of irrigation to avoid very large water losses. The purpose of irrigation is to periodically replenish the storage of soil moisture in the root zone of the plant. This project's main objective is the development of an automatic irrigation system to meet irrigation needs intelligently, with an impact on water savings through control of the variable soil moisture to generate savings of up to 50% in total consumption, as the irrigation system is concerned.

Keywords: irrigation, system, water, control, savings, sustainability, programming, microcontroller, C ++ language.

INTRODUCCIÓN

El riego es un componente esencial del desarrollo agrario sustentado. La escasez de agua constituye una importante limitación para el desarrollo agrícola y ornamental en las regiones áridas y semiáridas. En muchas áreas mundiales, la competencia creciente por el agua, da como consecuencia el aumento de la demanda para distintos usos; conlleva un incremento de su coste y una creciente limitación de su disponibilidad para su uso en la agricultura. Para poder alcanzar estos objetivos, se hace necesario la incorporación y el aprovechamiento de los avances tecnológicos.

Desde hace mucho tiempo, cuidar los consumos de agua por parte de los cultivos, es una preocupación de los agricultores y ambientalistas. A lo largo, de todo el siglo

XX, aunque en ocasiones con contradicciones, la literatura científica acerca de estos temas se ha desarrollado profunda y extensamente (CONAGUA, 2010).

El consumo de agua de un cultivo, o necesidades hídricas, es debido al clima, tipo de planta y el tipo de suelo en un determinado ambiente. Utilizar sistemas de riego es poner a disposición de los cultivos el agua necesaria para que cubra sus necesidades, complementando la recibida en forma de precipitaciones. Cuando se trata de distribuir agua por una parcela de cultivo se tropieza con numerosas dificultades, que ocasionan pérdidas e impiden que el agua se reparta de forma homogénea. Siempre es importante tratar de solventar estas dificultades, pero es más aun cuando el agua es escasa y cuesta dinero (Pereira, 2010).

Planteamiento del problema

Al utilizar sistemas de riego incipientes y obsoletos el desperdicio de agua es muy grande, lo que ocasiona problemas en los cultivos, causando que la humedad del suelo no sea la correcta a la planta en cosecha, y al igual que la planta no tenga un crecimiento correcto o simplemente se muera, generando que las cosechas se pierdan y la agricultura minimice su productividad y esto redunde grandemente en la economía.

Objetivo general

Implementar un sistema de riego automatizado alimentado por energía solar, aplicando los conocimientos en sistemas computacionales y electrónica, con el fin de brindar un sistema de riego automatizado que depende poco del usuario, sustentable y eficiente que ayude con la problemática mundial (Global) del desperdicio de agua, generando tecnología que sea fácil de manipular y accesible en costos para la sociedad.

Objetivos específicos

- Analizar y diseñar un sistema de riego que sea amigable con el ambiente.
- Simular y crear una solución factible y eficiente a los sistemas de riego tradicionales.
- Hacer que el sistema de riego funcione con energía sustentable.
- Construir un sistema automatizado y poco dependiente del usuario.
- Mejorar los sistemas de riego para evitar pérdidas económicas.
- Evitar pérdidas de agua.
- Demostrar la eficiencia de un sistema automatizado
- Demostrar y justificar el uso de la tecnología en la conservación del medio ambiente.

Antecedentes del problema

En la actualidad tanto agricultores o personas que gustan de cultivo de plantas siguen utilizando técnicas de riego antiguas, que no solo desperdician recursos monetarios sino también recursos naturales muy importantes como el agua. Los sistemas de riego más usados entre las personas son:

- El riego por inundación, es un método utilizado cuando la topografía se caracteriza por una moderada uniformidad, cuando el suelo es muy abierto y muy permeable, cuando se dispone de grandes cantidades de agua (Soubannier, 1995).

- Regaderas o nivel, en este sistema el agua es llevada al área de riego por medio de regaderas que se trazan sobre curvas de nivel o con un ligera pendiente, partiendo de un canal regador ubicado en la parte superior como una represa distanciada de 10 a 30 m, hacia el área de riego (Valarde, 2007).
- Canales o bordos, es un sistema donde mediante bordo o camellones se delimitan cada una de las secciones en donde se vierte el agua, este sistema es el más usado en cultivos de gran densidad (Soubannier, 1995).
- Especialmente entre los pequeños agricultores, porque no requiere operar ni mantener equipos hidráulicos complejos e instalaciones. Al utilizar estos sistemas de riego los más dominantes en uso genera varios problemas en el cultivo de las plantas ya que,
- No se genera un riego uniforme.
- El consumo de agua es muy elevado.
- Desperdicio de fertilizantes.
- Erosión de la tierra.
- Pérdida de nutrientes.
- Contaminación del subsuelo.

METODOLOGÍA

Justificación

Al crear un sistema de riego automatizado y sustentable, se pretende demostrar que al utilizar un control para el riego de la planta de ornato en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, el uso del agua será más controlado y eficiente, evitando que los usuarios no pierdan recursos monetarios y de tiempo al cuidar las plantas; este proyecto puede alcanzar un gran auge, ya que al demostrar su eficiencia en los cultivos y que toda la sociedad depende del cultivo de plantas para consumo o para decoración. Agricultores, sociedad, gobierno y empresas estarían interesados en una nueva forma de riego que les ayude a ahorrar todo tipo de recursos y ayudar al medio ambiente y obtener beneficios.

Para la creación de este dispositivo se pretende usar materiales de bajo costo y de alto rendimiento que a continuación se mencionan:

- Microcontrolador (ATmega2560): Es un microcontrolador muy capaz y de buen procesamiento teniendo hasta 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas analógicas, que funciona mediante un cristal oscilador de 16 MHz, y se puede programar por una conexión

USB, su alimentación es muy baja ya que funciona por medio de 5 Vcc.

- Sensor de humedad (YL-69): Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del sensor hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por tanto, al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye.
- Lenguaje Arduino IDE: Es un compilador que está basado en C y soporta todas las funciones del estándar C y algunas de C++.
- Panel solar y banco de baterías: Se utilizaría un panel solar de una aleación de policristalino con una capacidad de suministrar 150 watts para un sistema de 12 volts, mediante un controlador de carga de 45 amperes a 12 o 5 Vcc.

Hipótesis

Este sistema de riego optimizará el cuidado del agua, se contará con un pequeño registro en donde se encontrará la información de las condiciones óptimas de humedad de la planta teniendo contemplado iniciar con los principales cultivos y plantas del estado, dentro de cada sección de aproximadamente 50 metros entre cada una se colocaran sensores de humedad que estarán checando cada hora la humedad de la tierra y si esta no es óptima avisara mediante un mensaje en una pantalla que se activara la bomba y mostrara el nuevo porcentaje de humedad. Para alimentar de energía al sistema se conectará a un banco de baterías de 5 volts en corriente directa que estas serán alimentadas por fotoceldas.

El sistema funcionaria de la siguiente manera:

Cuando el agricultor inicie el sistema este le preguntara al usuario que tipo de planta va a estar monitoreando, para así configurar los valores óptimos de humedad de la tierra. Como por ejemplo maíz que su valor de humedad de tierra es de 600 a 800 milímetros de agua. De acuerdo a los valores óptimos y los medidos, el sistema hace la comparación entre humedad real y humedad óptima por medio de los sensores. En caso que la humedad real sea menor a la óptima, se accionara la bomba y se detendrá cuando la humedad sea la mejor, mediante una pantalla se estará mostrando información acerca de la humedad y el funcionamiento del sistema, si el sensor detecta que la humedad es la óptima no accionara la bomba.

RESULTADOS

Marco Teórico

- **Intelliwater**, es un sistema utilizado en Corea que permiten ahorrar agua a agricultores y jardineros. Su tecnología, además de innovadora, es sumamente sencilla: unos sensores clavados en la tierra miden su nivel hídrico. Mediante ondas de radio se traspasan esos datos a una centralita que se encarga de activar o no el riego, según la necesidad que tengan las plantas en ese momento. Desde hace años, ocuparse del campo ha dejado de ser una labor artesanal para convertirse en una actividad tecnificada orientada al aumento de la producción, a la disminución de costos y a la sostenibilidad (IDIS Company, 2010).
- **Sistema de Riego Inteligente Borroso**. El proyecto que hemos propuesto consiste en una aplicación práctica de la lógica borrosa al campo del regadío, de tal manera que se pueda controlar el tiempo de apertura de válvulas de regadío en función de determinados parámetros meteorológicos, como pueden ser la temperatura ambiente, humedad relativa de la tierra, la incidencia del sol según la época del año en la que nos encontremos así como el grado de nubosidad ambiental, factores determinantes en el riego de cultivos (Universidad Complutense de Madrid, 2015).
- **GAIA2**, está formado por una red de nodos o motes, cada uno de los cuales funciona como un pequeño ordenador que se puede configurar para medir parámetros de suelo (temperatura, humedad), medioambientales (presión atmosférica, temperatura ambiente, humedad relativa) y calidad del agua de riego. A estos nodos se conectan, desde el exterior, los distintos sensores que monitorizan estas variables. En función de las características y requerimientos de cada cultivo, la configuración del sistema y los sensores será distinta. "Un mismo mote sirve para medir las distintas variables. No es necesario disponer de distintos dispositivos, uno para cada parámetro, como la mayoría de sistemas actuales. A diferencia de estos, el GAIA2 es un dispositivo multifuncional que realiza el seguimiento simultáneo de variables diferentes en un mismo campo de cultivo" (Universidad de Huelva y de la Universidad Politécnica de Cartagena, 2015).

Propuesta

Este proyecto de investigación propone un sistema de riego para aprovechar toda el agua posible y evitar su desperdicio, dando parámetros de riego dependiendo la humedad de tierra requerida por cada tipo de planta, automatizando el proceso para evitar la pérdida de nutrientes a la planta, pero que también este sistema de riego sea energéticamente sustentable, utilizando energías renovables para su funcionamiento.

Crear un sistema de riego automatizado, sustentable y con pocos recursos es un proyecto visionario que ayudaría no solo a los agricultores, sino también a personas que gozan de sembrar y cuidar plantas, ya que al implementarlo se estaría ahorrando tiempo, recursos naturales, dinero en la producción y cuidado de las plantas.

Este sistema pretende funcionar por medio de la creación de una base de datos de los principales cultivos y plantas que se cosechan en el estado de Chiapas inicialmente, tratando de construir a futuro una base de

datos que abarquen más especies de toda la república. Al igual creando un sistema electrónico conformado por microcontroladores para el almacenamiento de información, terminales para el uso de cualquier bomba eléctrica de 110 corriente alterna y sensores de respuesta rápida, que sean fácil de usar, al igual un bajo costo y una instalación sencilla.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las simulaciones que hemos tenido con el sistema, se observó que en condiciones controladas el sistema de riego puede llegar a tener un ahorro de hasta el 50% de agua. Esto es en condiciones ideales, ya que generalmente en horarios donde la temperatura del día alcanza sus niveles máximos, influye considerablemente al gasto del agua, debido a una mayor evaporación. Estas simulaciones son preliminares, ya que posteriormente se pretende implementar en una superficie de mayores dimensiones.

LITERATURA CITADA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2013. *Sistemas de riego de alta eficiencia.* Recuperado de: <http://www.ana.gob.pe/media/496310/sistemas%20de%20riego%20alta%20eficiencia.pdf>.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, 2010. *Curso de riego para agricultores, Proyecto de autogestión del agua en la agricultura.*

HUNTER INDUSTRIES INCORPORATED, 2015. design guide Residential Sprinkler System. Recuperado de: http://www.hunterindustries.com/sites/default/files/DG_ResidentialSprinklerSystemDesignHandbook_sp.pdf.

IDIS COMPANY, 2010. Consultado de <http://www.idiscompany.com/>

SANTOS L., 2010. *El riego y sus tecnologías.* CREA-UCLM.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, 2007. España.

UNIVERSIDAD DE HUELVA Y UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, 2015. España.

Tratamiento de lixiviados en biorreactores empacados con materiales estabilizados

Jesús Alberto Bautista-Ramírez¹, Hugo Alejandro Nájera-Aguilar^{1*},
Rebeca Isabel Martínez-Salinas¹, Pedro Vera-Toledo¹,
Rubén Fernando Gutiérrez-Hernández², Daisy Escobar-Castillejos³.

¹ Facultad de Ingeniería. PE de Ingeniería Ambiental. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Ciudad Universitaria, Libramiento Norte Poniente S/N, Col. Lajas, Maciel, C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; (*) Autor de correspondencia: Tel: 52 (961)1256033. e-mail: hugo.najera@unicach.mx. | ² Departameto de Ingeniería Química. Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula, Chiapas. | ³ Facultad de ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas.

RESUMEN

En México 87% de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos son tiraderos a cielo abierto, mientras que tan sólo el 13% son rellenos sanitarios. Los sitios de disposición final mal operados, causan afectaciones en su entorno y generan problemas de salud pública, principalmente por las emisiones de biogás y lixiviados; estos sitios en general, son concebidos como pasivos ambientales. Para el presente estudio se extrajeron residuos sólidos con edad superior a 8 años, de la zona clausurada del relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Posteriormente, estos residuos fueron utilizados como material de empaque dentro de un biofiltro semiaeróbico, con el objetivo de evaluar el potencial biológico para el tratamiento de lixiviados. Durante las 12 semanas de monitoreo, el biofiltro registró eficiencias de remoción en DQO de hasta el 84% y 95% en color, con cargas hidráulicas del orden de los 50-100 L/m³-d. Estos resultados representan las primeras investigaciones en México usando como material de empaque residuos estabilizados, demostrando con ello, que los biofiltros pueden ser utilizados como una alternativa atractiva para el pretratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios.

Palabras clave: basura de edad avanzada, biofiltro, residuos estabilizados, tratamiento de lixiviados, demanda química de oxígeno.

ABSTRACT

In Mexico 87% of the final disposition sites are dumps, while only 13% are landfills. The final disposition sites poorly operated, cause damages in their environment and public health problems generated mainly by emissions from biogas and leachates; these sites generally are conceived as environmental liabilities. In the present study solid waste was extracted with more than 8 years of age from the closed landfill area in the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico. These wastes were used as packing material in three semi-aerobic biofilter, in order to evaluate the biological potential for treatment of leachate. During the 12 weeks of monitoring, the biofilter recorded in COD removal efficiencies of up to 84% and 95% in color, with hydraulic loads of the order of 50-100 L / m³ per day. These results represent one of the first investigations in Mexico using aged refuse as packaging material, thereby demonstrating that the biofilters can be used as an attractive for pretreating landfill leachates alternative.

Key words: trash of advanced age, biofilter, stabilized waste, leachate treatment, chemical oxygen demand.

INTRODUCCIÓN

La creciente generación de residuos sólidos es atribuida al aumento de la población global, la urbanización, la rápida industrialización y la acelerada obsolescencia de los productos comerciales, esto provoca una presión constante en la generación de residuos sólidos municipales (Chen *et al.*, 2016; Ahmed y Lan, 2012), principalmente en los sitios donde finalmente son dispuestos.

Una de las alternativas de disposición final más utilizada alrededor del mundo son los rellenos sanitarios (Gerçel, 2011; Xie *et al.*, 2010), lugares donde se controlan las emisiones de biogás y de producción de lixiviados. Los

lixiviados son el resultado de una biodegradación lenta de la materia orgánica, sumado a ello la percolación del agua de lluvia a través de los residuos sólidos, extrayendo y llevando consigo varios materiales contaminantes (Fernandes *et al.*, 2015; Damiano *et al.*, 2014).

Existen diversos ejemplos de impactos negativos producidos por los lixiviados (Cossu *et al.*, 2001), entre ellos se encuentra la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales esto es, probablemente, el más severo impacto ambiental de los SDF porque históricamente la mayoría de estos se construyeron sin principios ingenieriles y sistemas de recolección de lixiviados (Kjeldsen *et al.*, 2002). Este hecho ha propiciado la búsqueda e imple-

mentación de nuevos procesos de tratamiento para este líquido. Una alternativa reciente es un sistema semiaerobico empacado con residuos sólidos altamente estabilizados (semi-aerobic aged refuse biofilter: SAARB). El sistema SAARB es una novedosa técnica de tratamiento de lixiviados, en el cual se utilizan residuos sólidos de edad avanzada, mismos que contienen largas y diversas poblaciones de microorganismos que se han aclimatado a altas concentraciones de contaminantes por años, lo que les confiere una gran capacidad para descomponer materia orgánica refractaria (Li *et al.*, 2009).

En los estudios realizados por Zhao *et al.* (2007), se identificaron microorganismos de cinco clases como son: *Heterobacter*, *Coliformes*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas* y *Denitrobacter*, en el cual se encontró que la población de Nitrosomonas y Nitrobacter son mucho más altas que las Denitrobacter, indicando que un residuo de ocho años de edad puede tener una fuerte capacidad de convertir amonio a nitrito y nitrato, pero con una débil capacidad de desnitrificación. En relación con lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de remoción de materia orgánica en lixiviados intermedios provenientes del relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, utilizando bioreactores en serie empacados con residuos estabilizados.

METODOLOGÍA

a) Caracterización de los residuos sólidos de edad avanzada

Con la ayuda de una retroexcavadora, se obtuvo una muestra compuesta de residuos a partir de cuatro puntos del área clausurada del relleno sanitario de Tuxtla Gutiérrez, en las coordenadas geográficas 16°40'7.57" de latitud norte y 93°11'47.36" de longitud oeste (Figura 1), con una edad mínima estimada de 8 años.

Los residuos extraídos se secaron durante 4 semanas, durante este tiempo se verificó la estabilización de los residuos, con los parámetros de pH, Sólidos Volátiles (SV), Sólidos Fijos (SF) y Humedad, de acuerdo a las técnicas establecidas en normas mexicanas (Tabla 1). Los análisis se efectuaron una vez por semana.

Parámetro	Técnica o Método
Humedad	NMX-AA-016-1984
pH	NMX-AA-008-SCFI-2011
Sólidos volátiles	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos fijos	NMX-AA-034-SCFI-2001

TABLA 1

Técnicas y métodos para cada parámetro

Una vez secos, los residuos fueron cribados y separados de acuerdo a los siguientes tamaños de partículas: >40 mm, 15-40 mm y <15 mm.

b) Construcción de un sistema de biofiltros en serie

Se construyeron tres biorreactores, comenzando con una estructura metálica donde se albergarán tres tubos de PVC, con dimensiones de 20 cm de diámetro y 2.3 metros de altura, para ser empacados con residuos sólidos estabilizados (figuras 2 y 3).

En el fondo de los biorreactores se colocó una capa (20 cm) de material de soporte (grava <2 cm de diámetro) empacada con malla sombra de 2 mm de abertura, para evitar el exceso de partículas. La tapa perforada del tubo fue colocada en el extremo inferior, para permitir la salida del efluente. En el volumen restante del tubo se agregó el lecho filtrante (material estabilizado). Teniendo finalmente, un biofiltro de 2.3 m de altura.

c) Caracterización del lixiviado

El lixiviado crudo fue caracterizado con los parámetros y las técnicas señaladas en las normas mexicanas, mostrados en la tabla 2.

Parámetros	Normatividad aplicada
DQO (mg/L)	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
DBO (mg/L)	NMX-AA-028-SCFI-2001
Color (Pt/Co)	NMX-AA-017-1980
pH	NMX-AA-008-SCFI-2011

TABLA 2

Parámetros medidos y normas aplicadas

DQO: Demanda química de oxígeno; DBO: Demanda bioquímica de oxígeno.

d) Monitoreo del biofiltro

Se realizó el monitoreo del influente y efluente, con los parámetros de DQO y color, con una frecuencia de una vez por semana. De acuerdo a lo reportado en estudios anteriores (Han *et al.*, 2011), se establecieron cargas hidráulicas del orden de los 50 y 100 L/m³-d. La alimentación se realizó seis días a la semana. El monitoreo del biofiltro se llevó a cabo a lo largo de más de dos meses (12 semanas).

RESULTADOS

a) Caracterización de los residuos sólidos de edad avanzada

Los residuos sólidos presentaron un ligero olor al ser extraídos y tendidos, pero el olor desapareció casi en su totalidad durante los primeros tres días del proceso de secado a temperatura ambiente, y a lo largo de este proceso la presencia de moscas fue nula. Estas observaciones coinciden con lo reportado por Zhao et al. (2007). Por otro lado, el contenido de humedad inicial (35%) observado en la Figura 4, es similar a lo reportado por otros autores (Han, Liu & Li, 2013; Sun, Sun & Zhao, 2011; Chen et al., 2009; Shi et al., 2007; Zhao, Chai & Niu, 2006), y se considera un valor esperado dado que por estar los materiales dispuestos en el subsuelo, estos se encuentran en contacto con los líquidos (agua de lluvia y lixiviados recirculados) que percolan a través de las diferentes capas, propiciando la continua generación de lixiviados (Silva, Dezotti, & Santa'anna, 2004). Sin embargo, una vez extraídos y expuestos al proceso de secado natural, en menos de tres semanas se observa una rápida disminución en su contenido de humedad.

En cuanto a la cantidad de sólidos fijos y sólidos volátiles del material, estos prácticamente no cambiaron, pues como se esperaba, estos materiales han alcanzado su mayor grado de degradación, y como consecuencia, la presencia de materia orgánica es prácticamente nula, lo que puede constatar visualmente con la ausencia de moscas durante todo el proceso de secado, lo que además puede explicar el comportamiento casi constante en sus respectivas curvas (figura 4). En términos generales, las características que presentaron los residuos evaluados, son características de materiales física y biológicamente estabilizados, mismos que son ricos en poblaciones microbianas (Zhao et al., 2002), y adaptados a condiciones extremas y muy variadas.

b) Monitoreo del proceso (biofiltro)

En las figuras 5 y 6, se muestra el monitoreo de los biofiltros a lo largo de 12 semanas de un sistema acoplado y en serie del cual los primeros dos biorreactores (Fase 1) trabajaron con una carga hidráulica de 50 L/m³-d y el tercer reactor trabajó con una carga hidráulica de 100 L/m³-d. En las figuras 5 y 6 se observaron concentraciones en el influente que fluctuaron en los 4412-5547 mg/L, los valores de la DQO para la primera Fase se mantuvieron alrededor de los 792-1595 mg/L, mostrando una eficiencia de remoción de 70.45-84.71% alcanzando una rápida estabilización en las primeras cuatro semanas, a lo largo

de las 12 semanas de esta Fase se trabajó únicamente con una carga hidráulica de 50 L/m³-d. Para la Fase 2 las concentraciones de DQO se encontraron entre los 720-5722 mg/L, alcanzando eficiencia de remoción negativas de hasta los -57% (Figura 6) que aportaban DQO al efluente, cabe señalar que durante las primeras ocho semanas de esta Fase se trabajó con una carga hidráulica de 100 L/m³-d y posteriormente llevada a los 50 L/m³-d, pero estas eficiencias demuestran que un lixiviado tratado previamente sigue siendo altamente recalcitrante para un sistema biológico, además de que estas cargas hidráulicas han favorecido el arrastre de sólidos; después de estas semanas las eficiencias en la remoción de esta fase alcanzó el 40% de remoción (figura 6). En general, como se ve en la Figura 6, las eficiencias de remoción de ambos sistemas combinados son buenas, ya que es posible notar la estabilidad del sistema al obtener una remoción en el orden del 80%.

El color fue otro parámetro utilizado en el proceso como indicador del funcionamiento del biofiltro. En la Figura 7 se observan que las primeras 12 semanas, donde el color en el influente fue predominantemente negro, con un valor que osciló en los 7150-9233 unidades de color (Pt-Co), con un ligero olor, que después de ser ingresado a los biorreactores de la Fase 1 se tornaba a un color amarillo pálido, similar al color del ámbar, y sin olor, con unidades de color entre los 640-4540 (Pt-Co), lo que expresa que al menos el 46.8% logró ser removido durante esta fase. Para la Fase 2 se observaron valores de 400-4420 (Pt-Co), las eficiencias de remoción para esta fase fueron del orden de -12 al 60%, esto debido principalmente a que durante las primeras 8 semanas la carga hidráulica (100 L/m³-d) fue el doble que las de la Fase 1 y probablemente se tuvo un lavado de partículas finas en la etapa temprana de estabilización del biorreactor, denominado Flujo no ideal (Henry & Heinke, 1999); pasadas las primeras 8 semanas el biorreactor de la Fase 2 mantuvo valores que expresaban una estabilización. Estas variaciones pueden deberse a un Flujo no ideal (Glynn y Heinke, 1999).

CONCLUSIONES

Hasta la fecha, con 12 semanas de monitoreo, los biorreactores en serie empacados con residuos estabilizados han alcanzado remociones importantes de carga orgánica en las muestras de lixiviados, con eficiencias de hasta 84.8%, con un promedio de 80% de remoción a partir de la semana 3. Resultados similares fueron también obtenidos con el parámetro de color, solo que bajo un promedio ligeramente mayor de remoción (87.5%). Estos

resultados demuestran que los biorreactores empacados con residuos sólidos de edad avanzada, pueden ser una alternativa viable para la remoción de contaminantes orgánicos en lixiviados, pudiendo ser utilizados como una etapa de pretratamiento.

Por otro lado, también el sistema ensayado mostró una alta estabilidad al alcanzar en solo tres semanas prácticamente las máximas eficiencia de remoción.

Finalmente, la utilización de residuos de edad avanzada como material de empaque para la remoción de contaminantes, propicia una ventana de oportunidad en la revalorización de residuos sólidos urbanos dispuestos en rellenos sanitarios o cualquier otro sitio de disposición final, bajo el principio de “tratamiento de residuos con residuos”.

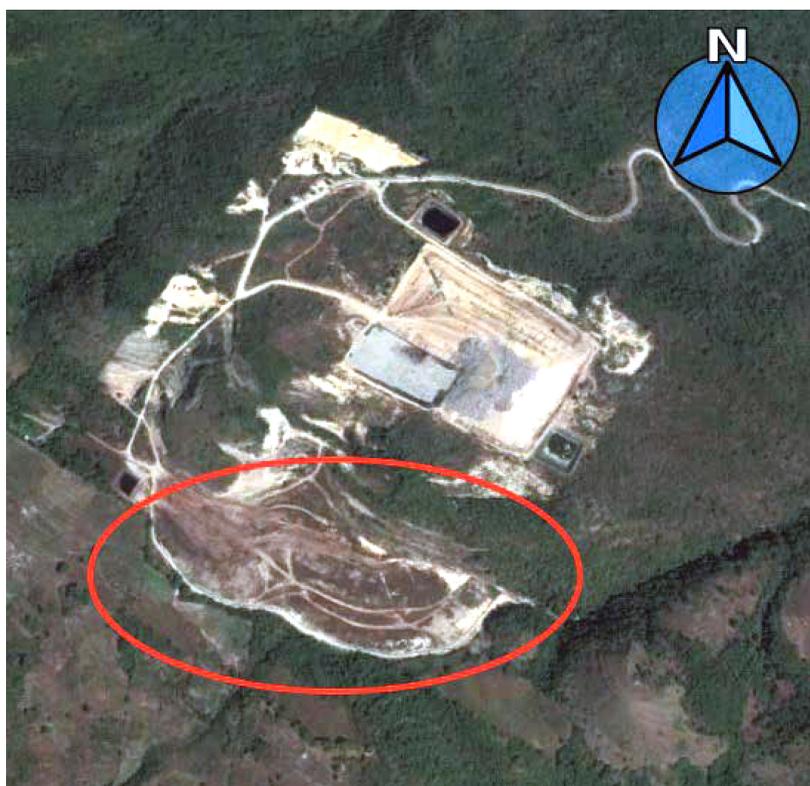


FIGURA 1 Zona clausurada del relleno sanitario.

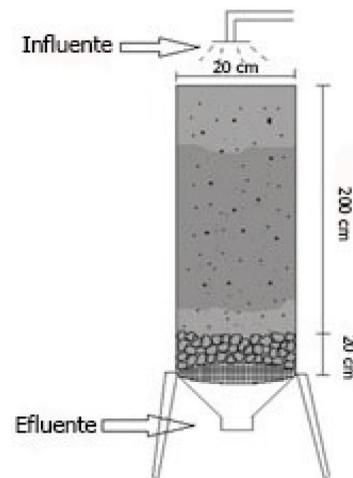


FIGURA 2 Diseño del biorreactor.



FIGURA 3 Biorreactor

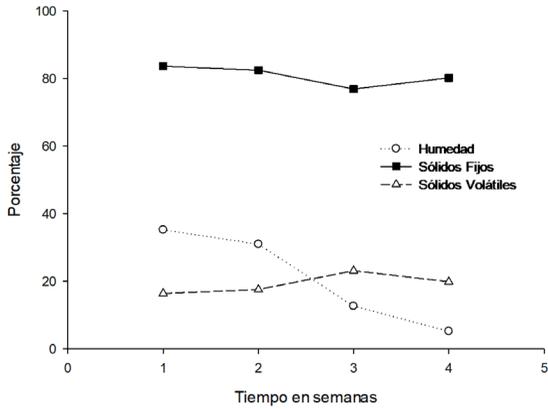


FIGURA 4 Comportamiento de la humedad y la presencia de SF y SV.

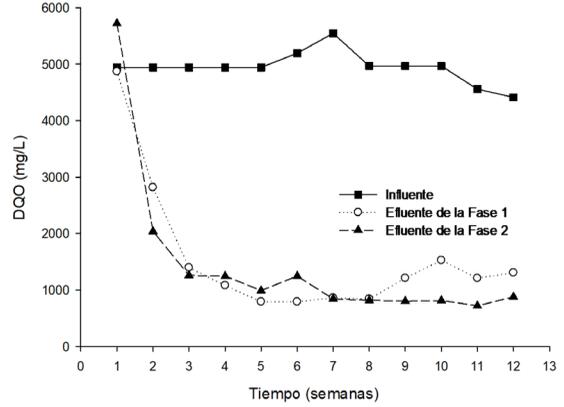


FIGURA 5 Concentración de la DQO en el influente y el efluente de ambas fases de tratamiento.

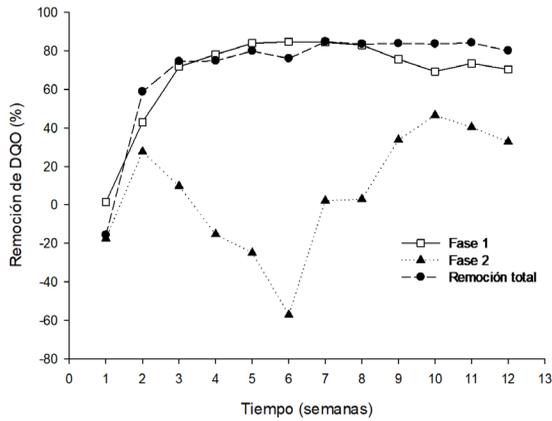


FIGURA 6 Porcentaje de remoción de la DQO en la Fase 1, la Fase 2 y del proceso combinado.

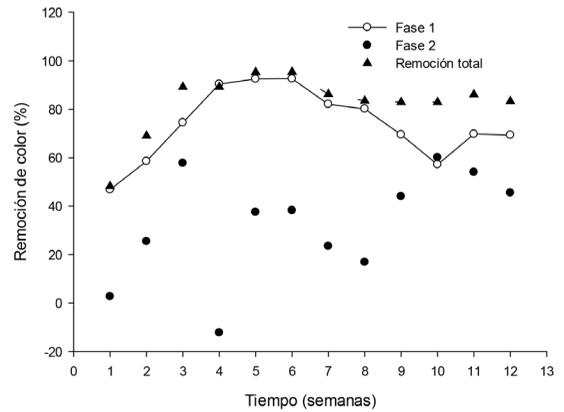


FIGURA 7 Porcentaje de remoción del color en la Fase 1, la Fase 2 y el proceso combinado.



FIGURA 8 Tonalidad del efluente.

LITERATURA CITADA

- AHMED, F. & C. LAN, 2012. Treatment al landfill leachate using membrane bioreactors: A review. *Desalination*, 287: 41-54.
- CHEN, P., XIE, Q. ADDY, M. ZHOU, W. LIU, Y. WANG, Y. CHENG, Y. LI, K., & R. RUAN, 2016. Utilization of municipal solid and liquid wastes for bioenergy and bioproducts production. *Bioresource Technology*, 215: 163-172.
- CHEN, Y., S. WU, W. WU, H. SUN, & Y. DING, 2009. Denitrification capacity of bioreactors filled with refuse at different landfill ages. *Journal of Hazardous Materials*, 172: 159-165.
- COSSU, R., K. HAARSTAD, M. LAVAGNOLO & P. LITTARRU, 2001. Removal of municipal solid waste COD and NH₄ -N by phyto-reduction: A laboratory-scale comparison of terrestrial and aquatic species at different organic loads. *Ecological Engineering*, 16: 450-470.
- DAMIANO, L., J. JAMBECK & D. RINGELBERG, 2014.. Municipal Solid Waste Landfill Leachate Treatment and Electricity Production Using Microbial Fuel Cells. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 173: 472-485.
- FERNANDES, A., M. PACHECO, L. CIRÍACO & A. LOPES, 2015. Review on the electrochemical processes for the treatment of sanitary landfill leachates: Present and future. *Applied Catalysis B: Environmental*, 176-177, 183-200.
- GERÇEL, 2011. Bio-oil production from *Onopordum acanthium* L. by slow pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 92: 233-238.
- HAN, Z., D. LIU, Q. LI, G. LI, Z. YIN, X. CHEN & CHEN, 2011. A novel technique of semi-aerobic aged refuse biofilter for leachate treatment. *Waste Management*, 31: 1827-1832.
- HAN, Z., D. LIU & LI, 2013. A removal mechanism for organics and nitrogen in treating leachate using a semi-aerobic aged refuse biofilter. *Journal of Environmental Management*, 114: 336-342.
- HENRRY, G., & G. HEINKE, 1999. *Ingeniería ambiental*. Pearson Educación.
- KJELDSEN, P., M. BARLAZ, ROOKER, A. BAUN, A. LEDIN, & T. CHRISTENSEN, 2002. Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32: 297-336.
- SHI, L., Q. ZHANG, D. NIU & Y. ZHAO, 2007. Microbiological characteristics of aged-refuse-based bioreactor for landfill leachate treatment. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 8: 1085-1089.
- SILVA, A., M. DEZOTTI & G. SANTA'ANNA, 2004. Treatment and detoxification of a sanitary landfill leachate. *Chemosphere*, 55: 207-214.
- SUN, Y., X. SUN & Y. ZHAO, 2011. Comparison of semi-aerobic and anaerobic degradation of refuse with recirculation after leachate treatment by aged refuse bioreactor. *Waste Management*, 31: 1202-1209.
- ZHAO, Y., L. SONG, R. HUANG, L. SONG & X. LI, 2007. Recycling of aged refuse from a closed landfill. *Waste Management & Research*, 25: 130-138.
- ZHAO, Y., X. CHAI & D. NIU, 2006. Characteristics of aged refuse closed refuse landfill in Shangahi. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 34: 1360-1364.

Implementación de huerto urbano para mejorar el estado nutricional de mujeres

Adriana Caballero Roque¹, Brianda Guadalupe Rodríguez Molina¹,
Lucero Sánchez Aguilar¹, Daisy Escobar Castillejos²

¹ Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. | ² Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas.

RESUMEN

El aumento en la prevalencia de la obesidad en México se encuentra entre los más rápidos documentados en el plano mundial. Se realizó un estudio de investigación-acción en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, ubicada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. El objetivo fue implementar un huerto urbano para favorecer el estado nutricional de mujeres en edad reproductiva que asistieron a los talleres que se impartieron en el huerto. Se evaluó el estado de nutrición de las participantes, con los indicadores de peso y talla para obtención de IMC, así como una encuesta sobre el consumo de hortalizas, se analizaron estadísticamente de forma cualitativa y cuantitativa mediante el programa de Windows Excel 2010. Se observó que el huerto ayuda a mejorar el consumo de hortalizas lo que favorece el estado de nutrición, comparando el estado nutricional inicial y final de las participantes del taller existe una mejoría significativa, sin embargo, el problema de mal nutrición sigue siendo evidente.

Palabras clave: huerto, mujeres, IMC, nutrición.

ABSTRACT

Increases in the prevalence of obesity in Mexico are among the fastest documented at the global level. A research-action was carried out at the Faculty of Sciences Food and Nutrition, located in Tuxtla Gutierrez, Chiapas. The goal was to implement an urban garden to promote the nutritional status of women of reproductive age who attend the workshops, at Nutritional status of participating in the garden of the faculty with indicators of weight and height to obtain BMI, as well as a survey on the consumption of vegetables was evaluated were statistically analyzed qualitatively and quantitatively using the Windows program Excel 2010. It was found that the garden helps to improve the consumption of vegetables so that this improves their nutritional status and in relation to the comparison of the initial nutritional status and end of the workshop participants there is a significant improvement, however the problem of malnutrition is still evident.

Key words: garden, women, BMI, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Las mujeres cumplen un papel importante en la sociedad ya que son ellas generalmente las responsables de fomentar hábitos alimenticios en la familia. Pero los nuevos cambios sociales han propiciado a que la mujer abandone el seno familiar en respuesta a una creciente tendencia a trabajar fuera del hogar. Esto ha ocasionado una desatención en la familia, principalmente en el infante favoreciendo con esto cambios en los hábitos y estilo de vida que están afectando de manera alarmante su salud. El estado nutricional de un individuo refleja el grado en que se cubren sus necesidades de nutrientes. El ingreso de nutrientes dependerá de la accesibilidad,

disponibilidad, consumo de alimentos, así como la utilización que el organismo pueda hacer de ellos.

México está inmerso en un proceso de transición donde la población experimenta un aumento inusitado de índice de masa corporal (IMC) excesivo, sobrepeso y obesidad, que afecta a las zonas urbanas y rurales, a todas las edades y a las diferentes regiones. El aumento en la prevalencia de obesidad en México se encuentran entre el más rápido documentado en el plano mundial. De 1988 a 2012, el sobrepeso en mujeres de 20 a 49 años de edad se incrementó de 25 a 35.3% y la obesidad de 9.5 a 35.2% (Barquera y Campos, 2012). Sin embargo, también existen casos de desnutrición, ya que está puede ocurrir si no se consume suficiente alimento. Se puede

desarrollar desnutrición si falta una sola vitamina en la dieta. En algunos casos, la desnutrición es muy leve y no causa ningún síntoma. Sin embargo, algunas veces puede ser tan severa que el daño hecho al cuerpo es permanente, el individuo sobreviva (Mandal, 2012).

El bienestar nutricional de la familia depende de una adecuada disponibilidad de alimentos durante todo el año. La disponibilidad de alimentos en el hogar puede ser definida como el acceso seguro y permanente a un nivel suficiente y conveniente de alimentos nutritivos e inoocuos que satisfagan las necesidades alimentarias de todos los miembros de la familia. Una alimentación insuficiente y desequilibrada no es siempre el resultado de una escasez de alimentos o de la falta de dinero para comprarlos; puede también estar relacionada con el desconocimiento de la familia sobre los principios de una buena alimentación y nutrición.

Es significativo conocer el valor nutritivo de los alimentos, su preparación y las combinaciones más adecuadas con otros, además de su manejo higiénico y adecuada distribución entre los miembros de la familia, con especial atención a la alimentación de los niños y las mujeres embarazadas o que están lactando.

Existe una directa correlación entre una alimentación suficiente y variada y el estado de nutrición y salud de los miembros de la familia. Diversas experiencias demuestran que cuando la persona no consume la cantidad y calidad necesaria de alimentos es difícil combatir las enfermedades, sobre todo las infecciosas, aun cuando se disponga de servicios de salud eficientes y un medio ambiente saludable. Se observa que el sobre peso y la obesidad va en aumento en los países de América Latina y el Caribe. Sin embargo se ha demostrado que las frutas, verduras y hortalizas del huerto, debido a su capacidad de generar saciedad ayudan a mantener un peso normal además de aportar pocas calorías y simultáneamente proporcionar al cuerpo elementos esenciales (Olivares et al, 2011).

En un proyecto realizado en una localidad de Quintana Roo (Rebollar et al, 2008), se promovió el cultivo de hortalizas orgánicas en huertos familiares, donde un grupo de mujeres participan intensamente, con el objeto de mejorar su calidad de vida personal y familiar con cursos de capacitación y apoyos económicos, aprovechando el conocimiento tradicional que tienen del manejo de sus huertos y con la aplicación de técnicas de agricultura orgánica para hortalizas, de manejo poscosecha de los productos y de comercialización. Para fomentar una buena alimentación se promueve la creación de un huerto

urbano que se relaciona con la actividad agraria centrada en el cultivo de hortalizas, principalmente en regadío y destinada al autoabastecimiento.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en el 2010 define que “El huerto familiar es la parcela en la que se cultivan hortalizas frescas en forma intensiva y continua durante todo el año” y se puede establecer en pequeños espacios de tierra.

El departamento de Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2000) menciona que cada huerto y/o granja familiar puede ser mejorado para llenar, de la mejor manera, las necesidades de la familia. En los huertos pueden sembrarse hortalizas que son definidas como un conjunto de plantas cultivadas, generalmente, en huerta o regadíos, que se consumen como alimento, ya sea de forma cruda o cocida. El término *hortaliza* incluye a las verduras y a las legumbres verdes (Quiróz, 2004; CONAFE, 1999).

El objetivo del trabajo fue el de implementar un huerto urbano para favorecer el estado nutricional de mujeres en edad reproductiva que asistan a los talleres impartidos en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, ya que fue prioridad la recolección de datos con observaciones individuales. En esta investigación se usó el método de investigación-acción con el propósito del estudio de una situación social con miras a mejorar la calidad de acción dentro de ella.

Población y muestra

Mujeres en edad reproductiva de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez que desearon participar en las actividades del huerto de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

Muestreo

No probabilístico a conveniencia del investigador.

Muestra

20 mujeres, que formaron un grupo focal que aceptaron participar de forma voluntaria en los talleres de huerto urbano.

Técnicas de recolección de información

Conformación del grupo de trabajo con mujeres

- Se realizaron spots publicitarios en radio UNICACH, una entrevista para el periódico El diario de Chiapas invitando a las mujeres a participar, se creó una cuenta en Facebook para contactar a las mujeres y dar difusión a la investigación. Se realizaron Spots de radio, así como trípticos y carteles.
- Orientación en las técnicas y beneficios de establecer un huerto urbano a través de pláticas.
- Se realizó una plática de ¿Cómo realizar un huerto urbano? Donde se mencionó los beneficios de tener el huerto en casa.
- Identificación de los conocimientos de las mujeres para la variación de la dieta habitual.
- Aplicación de una encuesta para saber el consumo de las hortalizas, las formas de preparación y lugar donde las compraban.
- Identificación del estado de nutrición de las mujeres en edad reproductiva.

a).- Técnica de medición de peso

Para la toma del peso, se ocupó la báscula de Composición Corporal Omron HBF-516B y se usó en una superficie plana, horizontal y firme. Se verificó que ambas vigas de la palanca se encontrarán en cero y la báscula bien balanceada. Se colocó a la persona en el centro de la plataforma, erguida con hombros abajo, los talones juntos y con las puntas separadas, los brazos hacia los costados y holgados, sin ejercer presión. Se observó que la cabeza esté firme y mantenga la vista al frente en un punto fijo.

Se realizó la lectura de la medición de frente, en g.

b). Técnica de medición de la estatura

Para la medición de la estatura, se colocó el estadímetro SECA 2006, en el piso con la ventanilla hacia delante, en el ángulo que forman la pared y el piso, jalando la cinta métrica hacia arriba hasta una altura de dos metros. Se fijó firmemente la cinta métrica a la pared con tela adhesiva y deslizó la escuadra hacia arriba, cerciorándose de que la cinta métrica se encontró recta. Se realizó la medición.

Establecimiento de tres tipos de huertos: horizontal, vertical y en maceta. Se preparó la tierra para sembrar, se enseñó cuales eran los cultivos más adecuados para cada tipo de huerto.

Promoción de alimentación saludable para mantener el estado nutricional óptimo a través de talleres culinarios de los cuales se realizaron dos y la exposición de 5 platillos.

Técnicas de análisis

Los datos obtenidos se vaciaron en hojas del cálculo del programa Excel y posteriormente se analizaron para el análisis estadístico de las encuestas y datos antropométricos.

RESULTADOS

Identificación del estado de nutrición de las mujeres

En relación a la comparación del estado nutricional inicial y final de las participantes del taller se observó una mejoría significativa, sin embargo, el problema de mal nutrición sigue siendo evidente como se muestra en la figura 1.

El estado nutricional de un individuo refleja el grado en que se cubren sus necesidades de nutrientes. El ingreso de nutrientes dependerá de la accesibilidad, disponibilidad, consumo de alimentos, así como la utilización que el organismo pueda hacer de ellos. Según los datos recabados por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 1988 a 2012, el sobrepeso en mujeres de 20 a 49 años de edad se incrementó de 25 a 35.3% y la obesidad de 9.5 a 35.2% (Barquera y Campos, 2012; Rivera et al, 2002), comparado con la medición de IMC se sugiere que el taller ayuda a mejorar el estado de nutrición.

Identificación del conocimiento de las mujeres para la variación de la dieta habitual

El taller impartido favoreció a la integración del consumo de hortalizas en la dieta habitual en las participantes y por ende en su familia. En la figura 2 se observa la frecuencia del consumo de hortalizas de las participantes en el taller *Huerto urbano*.

Es importante el consumo de hortalizas frescas y regionales, hay mayor accesibilidad y mayor capacidad de adquisición si se compran en el mercado a comparación del supermercado. A través de la orientación se logró que el lugar de compra de las hortalizas sea el mercado, cuando no existan posibilidades de producción en el huerto.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación se cumplió mediante la participación de las mujeres que fueron convocadas a través de los medios de comunicación, eficientes instrumentos para la difusión del taller.

Con las pláticas impartidas y la entrega de trípticos con información de las técnicas y beneficios de establecer un huerto urbano se contribuyó a que las mujeres se sintieran motivadas para implementar un huerto en casa.

A través de la encuesta realizada se identificó el conocimiento de las mujeres para la variación de la dieta habitual, con base en esto se les proporcionó nuevas formas de preparar los alimentos y con ello se asegura una alimentación familiar saludable.

Otro aspecto fue el estado nutricional de las participantes, el cual fue medido por el indicador de IMC, donde se obtuvo una respuesta favorable en mejorar el estado nutricional, ya que al tener una dieta incluyendo los tres grupos de alimentos y fomentando la actividad física

con la implementación del huerto hubo una mejoría en relación con el IMC inicial y el IMC final.

Esta actividad contribuye a mejorar la seguridad alimentaria nutricional de las familias en contextos urbanos debido a que, al tener los huertos en casa, los alimentos son de mayor accesibilidad y disponibilidad para las personas, asegurando su consumo y la utilización de los nutrientes.

La implementación de huertos urbanos es una herramienta básica que puede resultar de utilidad para mejorar la seguridad alimentaria nutricional.

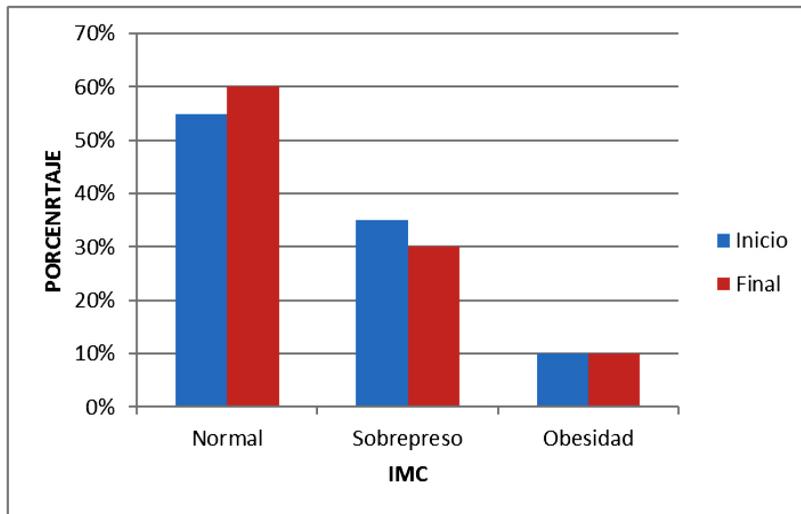


FIGURA 1 Índice de masa corporal de las participantes en el taller "Huerto urbano", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

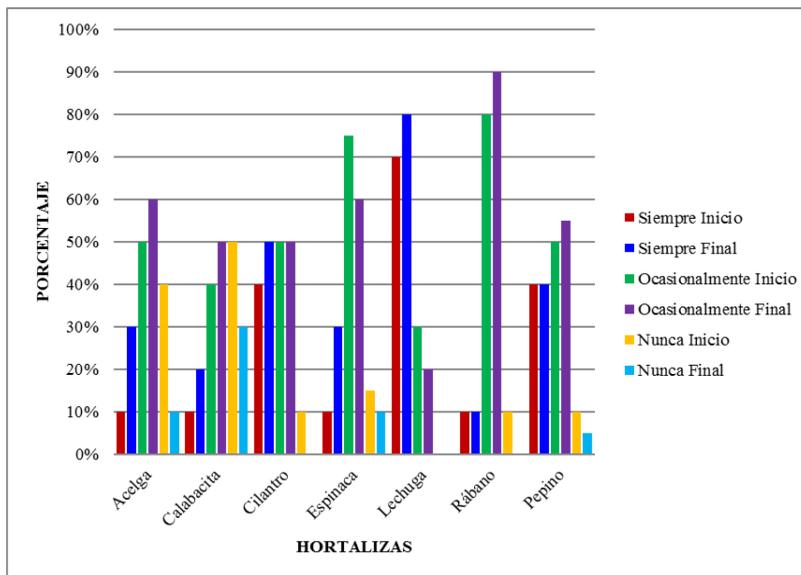


FIGURA 2 Frecuencia del consumo de hortalizas de las participantes en el taller "Huerto urbano" Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

LITERATURA CITADA

- BARQUERA, S., I. CAMPOS, 2012.** Instituto Nacional de la Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. *Evidencia para la política pública en salud*. [En línea]. 2012. Disponible en: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales2Ed.pdf>
- CONAFE, 1999.** *El huerto tradicional*. Serie: educación ambiental. México. Consejo Nacional de Fomento Educativo. México. 47 pp.
- FAO, 2000.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Planificando El Mejoramiento Del Huerto y/o Granja Familiar*. [En línea] Roma, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s27.htm>
- MANDAL, A.** *Causas de la desnutrición* [En línea]. Septiembre 2012. Disponible en: [http://www.news-medical.net/health/ Causes-of-malnutrition-\(Spanish\).aspx](http://www.news-medical.net/health/ Causes-of-malnutrition-(Spanish).aspx)
- OLIVARES, A., T. OYARSÚN Y S. OLIVARES, 2011.** Beneficios de la huerta. En: *De la huerta a la mesa*. 45 p. FAO. Chile.
- REBOLLAR, S., V. SANTOS, N. TAPIA Y C. PÉREZ, 2008.** Huertos familiares, una experiencia en Chanchah Veracruz, Quintana Roo. *Polibotánica*. 25: 134-154.
- RIVERA, J. S. VILLALPANDO, T. SHAMA L. T. GONZALEZ, B. HERNÁNDEZ Y J. SEPULVEDA. 2002.** *Estado de nutrición de las mujeres en edad reproductiva: Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición 1999*. Perinatol Reprod Human. medigraphic Artemisa en línea. VOL. 16 (No. 2): 61-73 p. [En línea] ABRIL-JUNIO 2002. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/inper/ip-2002/ip022b.pdf>
- SAGARPA. 2010.** Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. El huerto familiar. [En línea]. 2010. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/E1%20Huerto%20Familiar.pdf>
- QUIRÓZ, S.C. J. ACOSTA,** Hortalizas, las llaves de la energía [En línea]. 10 de agosto 2004. Vol. 5 (7): 1067-6079. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/se_part88.pdf

Y, :

Análisis de la sustentabilidad del concreto hidráulico usando energía

L.M. Reynosa Morales¹, H.A. Guillén Trujillo¹,
F.A. Alonso Farrera¹, J.F. Grajales Marín¹,
J.E. Castellanos Castellanos¹, F.J. Olgún Coca²

¹ Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ingeniería, Boulevard Belisario Domínguez, kilómetro 1081, Sin Número, C.P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. | ² Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería – Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

RESUMEN

En este trabajo, se aplicó el análisis eMergético para realizar una valoración ambiental incorporando consideraciones técnicas en la producción de concreto hidráulico con el fin de evaluar su dependencia de los recursos naturales no renovables, influenciado por las entradas externas (importaciones). Se eligieron tres técnicas de control de calidad en el mezclado: industrializada, semi-industrializada y con medios manuales. Esto se realizó para medir la cantidad de uso de los recursos del medio ambiente en términos de energía solar equivalente (seI). El Índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI, por sus siglas en inglés) y sus transformidades se evaluaron y se presentaron como un indicador sintético de sustentabilidad. Los resultados obtenidos muestran una alta dependencia en la producción de concreto sobre las fuentes de recursos externos, resultando el concreto semi-industrializado el más sustentable. Se destaca la insustentabilidad de las técnicas estudiadas debido a la dependencia de insumos externos procedentes de sistemas económicos; esto es, además, confirmado por el hecho de que la mayor proporción de los insumos para el proceso no son renovables. El análisis eMergético demostró ser una.

Palabras Clave: eMergía, contabilidad ambiental, sustentabilidad, transformidad, concreto hidráulico.

ABSTRACT

In the present work, energy analysis was applied to the mixing process of hydraulic concrete with the purpose of evaluating its dependency on non-renewable natural resources. Three concrete mixing techniques were examined: industrialized, semi-industrialized and manual mixing. Natural resource use was measured in equivalent solar energy (seI). The Environmental Sustainability Index (ESI) and transformities were evaluated and presented as synthetic sustainability indicators. Results show that concrete mixing is highly dependent on external resources. Semi-industrialized concrete is the most sustainable. The techniques studied are deemed unsustainable because of their dependence on external inflows from economic systems. Also, most of the inflows are non-renewable. EMergy analysis was shown to be an effective tool for evaluating the sustainability of concrete mixing processes.

Key words: eMergy, environmental accounting, sustainability, transformity, concrete.

INTRODUCCIÓN

En particular, este estudio se refiere al uso intensivo de los recursos minerales no renovables y los combustibles fósiles en la extracción de los agregados inertes (arena y grava triturada), la utilización de agua, la fabricación de cemento para la producción del concreto y, en particular, como objetivo evaluar la cantidad de entradas de recursos ambientales en el proceso de producción. En comparación con los datos obtenidos y el cálculo de los valores calculados anteriormente (Björklund *et al.*, 2001; Buranakarn, 1998; Brown y Buranakarn, 2003; Brown y McClanahan, 1992; Pulselli *et al.*, 2008) se pone de

manifiesto que el carácter del análisis eMergético es particularmente sensible a los límites de contexto y sistemas.

En este trabajo se aplicó un método de valoración ambiental en la producción de concreto con el fin de evaluar su dependencia de los recursos naturales no renovables, influenciado por las entradas externas (importaciones). Se eligieron tres técnicas de fabricación: industrializada, semi-industrializada y con medios manuales, y se evaluaron mediante el análisis eMergético. Las transformidades resultantes se compararon con evaluaciones anteriores de eMergía hechas por otros autores con el fin de poner de manifiesto que el análisis de eMergía es sensible al contexto local y los límites del sistema de referencia. El

Índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI) se evaluó y se presenta como un indicador sintético de sustentabilidad. Los resultados obtenidos muestran una alta dependencia en la producción de concreto sobre las fuentes de recursos externos, resultando el concreto semi-industrializado el más sustentable. Destacando la insustentabilidad de las técnicas estudiadas debido a la dependencia de insumos externos procedentes de sistemas económicos; esto es, además, confirmado por el hecho de que la mayor proporción de los insumos para el proceso no son renovables.

METODOLOGÍA

El procedimiento de análisis eMergético está diseñado para evaluar los flujos de energía y materiales de los sistemas en unidades comunes (emjoules solares, abreviado como seJ) que permitan al analista comparar aspectos ambientales y financieros de los sistemas. Sobre la base de esta unidad, eMergía se define como la cantidad de energía solar utilizada, directamente o indirectamente para producir un producto o servicio (Odum, 1971, 1983, 1988, 1996) (Brown *et al.*, 2004). En otras palabras, eMergía es la “memoria energética”, que se ha utilizado a lo largo de una secuencia de diferentes procesos para obtener un producto o servicio.

Este procedimiento permite la comparación e incorporación de los beneficios y costos ambientales con variables tradicionales de beneficio-costos financiero para proveer una perspectiva más amplia en la toma de decisiones (Guillén, 1998). La metodología general para el análisis eMergético es un acercamiento de sistemas de “arriba hacia abajo”. El primer paso es construir diagramas de los sistemas para organizar la manera de pensar y conocer las relaciones entre los componentes y los flujos de recursos. El segundo paso consiste en la construcción de las tablas de análisis de eMergía basada en los diagramas descritos anteriormente. Como tercer paso, se calculan los diferentes índices de eMergía que relacionan los flujos de eMergía de la economía con aquellos del medio ambiente, y finalmente, la interpretación de los índices que permiten diagnosticar la viabilidad económica y capacidad de carga de los sistemas en estudio. La información fue presentada en tablas de análisis eMergéticos por alternativas y en su conjunto.

Los objetivos planteados para el estudio fueron:

1. Proveer una metodología que evalúe beneficios y costos en la producción de concreto hidráulico.
2. Comparar diferentes métodos de producción de concreto, usando el indicador eMergético ESI y Transformidades.

De acuerdo a la recopilación de información en la zona de estudio y del estado de conocimiento actual, se identificaron las técnicas empleadas para la elaboración de concreto hidráulico, además la industria de la construcción local refirió al concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ como el más utilizado en el medio.

Para el estudio de las alternativas relacionadas a la producción de concreto, se eligieron tres técnicas: 1) industrializada, 2) semi-industrializado y 3) con medios manuales, y se evaluaron mediante el análisis eMergético. La comparación se hizo por medio de los índices eMergéticos obtenidos en un estudio de caso en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez,

Chiapas, México, para determinar la viabilidad de estas alternativas con respecto al componente ambiental. La unidad de evaluación fue el metro cúbico.

RESULTADOS

Este estudio permitió realizar comparaciones entre las técnicas de producción de concreto planteados, usando el indicador eMergético ESI. Los atributos eMergéticos de los sistemas fueron cuantificados y usados como indicadores de las características de cada alternativa.

En el diagrama de los flujos de energía que interactúan en el sistema de producción de concreto (Figura 1) se muestran los recursos renovables y no renovables, la energía adquirida en importaciones (materiales, servicios, mano de obra). A partir del diagrama de flujos de energía se realizó el análisis de la eMergía de la producción de concreto de cada alternativa. Para cada caso, la eMergía de la producción de concreto se debió a los siguientes insumos: materias primas, transporte, equipo y maquinaria, combustibles, mano de obra, mantenimiento y seguros.

La eMergía total consumida en cada técnica de producción fue de $5.98E15 \text{ seJ}$, $5.87E15 \text{ seJ}$ y $8.32E15 \text{ seJ}$, con medios manuales, semi-industrializado e industrializado, respectivamente. Para la producción de concreto industrializado el 98.14% se materializa en los ciclos sedimentarios naturales de los materiales de construcción. Maquinaria (0.084%), combustible (1.00%) y la mano de obra (0.24%). El concreto semi-industrializado el 99.44% se materializa en los ciclos sedimentarios naturales de los materiales de construcción. Equipo y herramienta (0.045%), combustibles (0.022%) y la mano de obra (0.076%). Finalmente, el concreto elaborado con medios manuales el 98.02% se materializa en los ciclos sedimentarios naturales de los materiales de construcción. Equipo y herramienta (1.47%), y la mano de obra (0.50%).

En el ESI se indica la contribución del medio natural, es decir, el trabajo energético que realizan los ecosistemas para la generación de procesos sobre la carga ambiental. Según Brown y Ulgiati (2004), valores de ESI inferiores a 1 indican sistemas que consumen recursos y están asociados a economías altamente desarrolladas y orientadas para el consumo. Los valores reportados en este estudio indican que el concreto semi-industrializado (0.000129) es mayor que el fabricado con medios manuales (0.000127) y el industrializado (0.0000984) siendo el sistema de semi-industrializado el que afecta en menor grado el equilibrio del medio ambiente, por lo tanto, es más sustentable ambientalmente que el concreto industrializado y el elaborado con medios manuales. En la Figura 2 puede observarse la comparación gráfica de los resultados obtenidos para cada alternativa referente al ESI.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la contribución dominante de los recursos minerales subraya la insustentabilidad de la industria de la construcción. Los materiales no renovables y no reciclables, tales como el concreto están experimentando el agotamiento. La transformidad se presenta como una medida de la utilización de los recursos del medio ambiente debido a los materiales de construcción; es un parámetro intensivo que proporciona una clasificación de los materiales de construcción sobre la base de una jerarquía de energía. En general, el análisis de eMergía combina calidad (transformidad) con la cantidad (energía o masa). Por ejemplo, el análisis de eMergía del proceso de construcción dependerá de la elección de los materiales de construcción (calidad en términos de costo ambiental debido al uso de la energía y la materia) y el propio proyecto de construcción (cantidad de materiales necesarios para construir elementos estructurales).

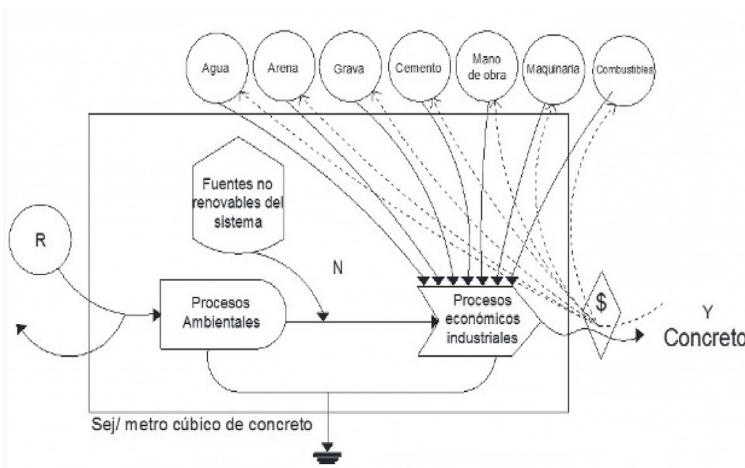


FIGURA 1 Diagrama simplificado de flujos de energía en la producción de concreto.

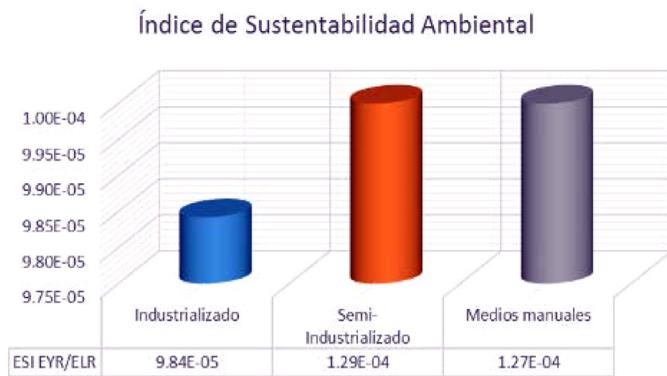


FIGURA 2 Sustentabilidad en la producción de concreto.

LITERATURA CITADA

- ASCIONE, M., L. CAMPANELLA, F. CHERUBINI & S. ULGIATI, 2009. Environmental driving forces of urban growth and development. An emergy-based assessment of the city of Rome, Italy. *Landscape and Urban Planning*, 93 (3–4): 238–249.
- ABEL, T., 2015. Convergence and divergence in the production of energy transformation hierarchies. *Ecological Modelling*, 315: 4–11.
- AGOSTINHO, F., A. BERTAGLIA, C. ALMEIDA, & B. GIANETT, 2015. Influence of cellulase enzyme production on the energetic–environmental performance of lignocellulosic ethanol. *Ecological Modelling*, 315: 46–56.
- AGUILAR-RIVERA, N., J. ALEJANDRE-ROSAS & R. ESPINOSA-LÓPEZ, 2015. Evaluación emergy Y LCA en la agroindustria azucarera de Veracruz, México. *INCA Cultivos Tropicales*, 36 (4): 144–157.
- BARGIGLI, S., & S. ULGIATI, 2003. *Emergy and Life-Cycle assesment of steel production in Europe*. Gainesville, Florida, E.U.: University of Florida.
- BASTIANONI, S., A. GALLI, R.M. PULSELLI & V. NICCOLUCCI, 2007. *Environmental and economic evaluation of natural capital appropriation through building construction: practical case study in the Italian context*. *Ambio*.
- BASTIANONI, S., F. MORANDI, T. FLAMINIO, R.M. PULSELLI E.B. & TIEZZI, 2011. Emergy and emergy algebra explained by means of ingenuous set theory. *Ecological Modelling*, 222 (16): 2903–2907.
- BERARDI, U., 2012. Sustainability assessment in the construction sector: rating systems and rated buildings. *Sustainable Development*, 20 (6): 411–424.
- BJÖRKLUND, J., U. GEBER & T. RYDBERG, 2001. Emergy analysis of municipal wastewater treatment and generation of electricity by digestion of sewage sludge. *Resources, Conservation and Recycling*, 31 (4): 293–316.
- BROWN, M.T., & V. BURANAKARN, 2003. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources, Conservation and Recycling*, 38 (1): 1–22.
- BROWN, M.T., H.T. ODUM & S.E. JORGENSEN, 2004. Energy hierarchy and transformity in the universe. *Ecological Modelling*, 178 (1–2): 17–28.
- BROWN, M., & S. ULGIATI, 2004. Emergy Analysys and Environmental Accounting. *Earth Systems and Environmental Sciences*, 2: 329–354.
- BROWN, M.T., & T.R. MCCLANAHAN, 1992. *Emergy analysis perspectives of Thailand and Mekong river dam proposals. Final Report to the Cousteau Society*. Gainesville, FL.: Center for Wetlands and Water Resources, University of Florida.
- BURANAKARN, V., 1998. *Evaluation of recycle and reuse of building materials using the emergy analysis method*. Ph.D. Dissertation. University of Florida, FL.
- BURÓN-MAESTRO, M., 2012. *El hormigón y la sostenibilidad en la normativa. Sostenibilidad: eficiencia energética, evaluación de edificios y estructuras*. Madrid, España: IECA.
- CAMPBELL, E., 2015. Emergy analysis of emerging methods of fossil fuel production. *Ecological Modelling*, 315: 57–68.

- DOHERTY, S.J., F.N. SCATENA & H.T. ODUM, 1994.** *Emergy Evaluation of the Luquillo Experimental Forest and Puerto Rico. Final Report to International Institute of Tropical Forestry.* Rio Piedras, Puerto Rico.
- EMERGY SYNTHESIS, 8., 2015.** Emergy and environmental accounting: Theories, applications, and methodologies. *Ecological Modelling, 315:* 1-3.
- FERREIRA C.Ó.I., S.M.D. HURTADO, E. GARCÍA, C.R. BONILLA-CORREA & M. RAO I., 2010.** Emergía de tres sistemas agroforestales en el sur del municipio. *Acta Agronómica 59 (3):* 327-337.
- GUILLÉN, H.A., 1998.** *Sustainability of Ecotourism and Traditional Agricultural Practices in Chiapas, México.* Gainesville, Florida, E.U., Tesis Doctoral.
- GUTIERREZ, L., 2003.** *El concreto y otros materiales para la construcción. Manizales, Colombia.* Centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- HAMZA, N., & M. HORNE, 2007.** Educating the designer: An operational model for visualizing low-energy architecture. *Building and Environment, 42:* 3841-3847.
- JOSA, A., A. AGUADO, A. ARDIM & E. BYARS, 2007.** Comparative analysis of the life cycle impact assessment of available cement inventories in the EU. *Cement Concrete Research, 37 (5):* 781 - 788.
- JOSA, A., A. AGUADO, A. HEINO, E. BYARS & A. CARDIM, 2004.** Comparative analysis of available life cycle inventories of cement in the EU. *Cement Concrete Research, 34 (8):* 1313 - 1320.
- KJELLEN, K., M. GUIMARAES & A. NILSSON, 2005.** *The CO2 Balance of Concrete in a Life Cycle Perspective.* Danish Technological-DTI.
- LACARRIÈRE, B., DEUTZ, K., JAMALI ZGHAL, N., & LE CORRE, O. 2015.** Emergy assessment of the benefits of closed-loop recycling accounting for material losses. *Ecological Modelling, 315:* 77-87.
- LI, L., H. LU, D. TILLEY & G. QIU, 2014.** Effect of time scale on accounting for renewable emergy in ecosystems located in humid and arid climates. *Ecological Modelling, 287:* 1-8.
- MENDOZA-SÁNCHEZ, J.F., 2014.** Criterios de sustentabilidad para carreteras en México. Sanfandila: *Publicación Técnica No. 392, Instituto Mexicano del Transporte.*
- MORANDI, F., D.E. CAMPBELL, F.M. PULSELLI & S. BASTIANONI, 2015.** Emergy evaluation of hierarchically nested systems: application to EU27 Italy and Tuscany and consequences for the meaning of emergy indicators. *Ecological Modelling, 315:* 12-27.
- MU, H., X. FENG & K.H. CHU, 2012.** Calculation of emergy flows within complex chemical production systems. *Ecological Engineering, 20:* 88-93.
- NISBET, M., & M.G. VAN GEEM, 1997.** Environmental life cycle inventory of Portland cement and concrete. *World Cement, 3:* 3007.
- ODUM, H.T., 1971.** *Environment. Power and Society.* Wiley, New York, NJ.
- ODUM, H.T., 1983.** *Environment. Power and Society.* Wiley, New York, NJ.

- ODUM, H.T., 1988.** Self organization, transformity and information. *Science*, 242 (4882): 1132-1139.
- ODUM, H.T., 1996.** *Environmental Accounting Energy and Environmental Decision Making*. New York, NJ.: John Wiley and Sons, Inc.
- ORTEGA-RODRÍGUEZ, E., C. VALLIM DE MELO & P.P. EL POZO-RODRÍGUEZ, 2014.** El análisis emergético como herramienta para evaluar la sustentabilidad en dos sistemas productivos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23 (4): 59-63.
- PADE, C., & M. GUIMARAES, 2007.** The CO₂ uptake of concrete in a 100 year perspective. *Cement Concrete Research*, 37 (9): 1348-1356.
- PULSELLI, R.M., E. SIMONCINI, E., F.M. PULSELLI & S. BASTIANONI, 2007.** Emergy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. *Energy and Buildings*, 39: 620-628.
- PULSELLI, R.M., E. SIMONCINI, R. RIDOLFI & S. BASTIANONI, 2008.** Specific emergy of cement and concrete: An emergy-based appraisal of building materials and their transport. *Ecological Indicators*, 8 (5): 647-656.
- RUIZ DE ARBULO-LOPEZ, P., B. LANDETA MANZANO, P. DÍAZ DE BASURTO-URAGA & G. ARANA-LANDÍN, 2016.** Adopción de Sistemas de Gestión de Ecodiseño en el sector de la construcción. Análisis de la perspectiva de los diferentes agentes involucrados. *Dyna*, 83 (196): 124-133.
- SUCA A, F., A.A. SUCA & J.R. SICHE, 2014.** Análisis emergético del café peruano. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 17 (1): 43-57.
- TENNENBAUM, S.E., 2015.** Emergy and co-emergy. *Ecological Modelling*, 3: 116-134.
- TILLEY, D.R., 2015.** Transformity dynamics related to maximum power for improved emergy yield estimations. *Ecological Modelling*, 315: 96-107.
- VEGA, L., J. ORDOÑEZ & G. PINILLA, 2013.** Towards a systemic assessment of environmental impact (SAEI) regarding alternative hydrosedimentological management practice in the Canal del Dique, Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 33: 41-48.
- VILBISS, C., & M. BROWN, 2015.** New method to compute the emergy of crustal minerals. *Ecological Modelling*, 315: 108-115.
- VOLD, M., & R.A. ONNING, 1995.** *LCA of Cement and Concrete*. Stiftelsen.
- WRIGHT, C., & H. OSTERGARD, 2015.** Scales of renewability exemplified by a case study of three Danish pig production systems. *Ecological Modelling*, 315: 28-36.
- WU, X., F. WU, X. TONG, J. WU, L. SUN & X. PENG, 2015.** Emergy and greenhouse gas assessment of a sustainable, integrated agricultural model (SIAM) for plant, animal and biogas production: Analysis of the ecological recycle of wastes. *Resources, Conservation and Recycling*, 96: 40-50.
- ZARBA, L., & M.T. BROWN, 2015.** Cycling emergy: computing emergy in trophic networks. *Ecological Modelling*, 315: 37-45.

Uso del árbol *Licania arborea* y su historia local en el ejido Sinaloa, Jiquipilas, Chiapas

Carlos Alberto Ríos-García¹,
Carolina Orantes-García¹,
María Silvia Sánchez-Cortés¹

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Libramiento Norte Poniente núm. 1150, colonia Lajas Maciel, Código Postal 29032, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Autor de correspondencia: c_orantes@hotmail.com

RESUMEN

La historia local permite conocer a *vox populi* la transformación de un territorio, a través de las vivencias y narraciones de los pobladores; además la forma en que fue modificada a través del tiempo, y los involucrados en cada uno de los momentos. En el presente trabajo se realizó una aproximación del aprovechamiento del árbol de totoposte (*Licania arborea*) a través del tiempo, en el ejido Sinaloa, Jiquipilas, Chiapas. Para ello se realizaron entrevistas abiertas al 20% de la población adulta. Se encontró que la comunidad ha sido modificada desde el siglo XVI por los hacendados y productores de caña de azúcar y henequén, sin embargo la mayor explotación de los recursos, principalmente el totoposte inició hace 79 años, con la modernización del ejido y las prácticas agropecuarias.

Palabras clave: aprovechamiento, comunidad rural, Jiquipilas, *Licania arborea*, totoposte

ABSTRACT

The local history allows to know to *vox populi* the transformation of a territory, through the experiences and narrations of the settlers; As well as the way it was modified over time, and those involved in each of the moments. In the present work an approach was made to the use of the totoposte tree (*Licania arborea*) over time, in the ejido Sinaloa, Jiquipilas; Chiapas. To this end, open interviews were conducted with 20% of the adult population. It was found that the community has been modified since the sixteenth century by hacendados and producers of sugarcane and henequen, but the greater exploitation of resources, mainly totoposte began 79 years ago, with the modernization of ejido and agricultural practices.

Keys words: exploitation, rural community, Jiquipilas, *Licania arborea*, totoposte

INTRODUCCIÓN

La historia local presenta la capacidad de cambio en relación con el tiempo y por ello se ha percibido de forma temporal como un rasgo secundario, pues aunque la transformación no sea percibida, ésta se da y obliga a reformar la situación. No existe por tanto retorno, pues, aunque un ente recupere su posición original, el resto y el mismo fueron modificados en respuesta al cambio de situación (Luna, 2015).

Hernández (1996), afirma: *comunidad*, es un concepto que alude a la noción de realidad social de una determinada localidad, supeditada por una estructura social y normativa que se rehace en la cotidianidad, es vivencial, productiva y transformadora, donde cada integrante (persona o institución) se asume como actor social.

En este estudio el modelo teórico a seguir fue a través de las experiencias de historia local que va más allá de la unidad geográfica o administrativa, cerrada y aislada. El enfoque geográfico accede al estudio del pasado de una comunidad, un barrio, una región, centrándose en la narración descriptiva. Esto nos puede llevar a quedarnos en una recuperación nostálgica del pasado. Porque lo primero que se recogen son testimonios vinculados a la vida de las personas de la comunidad, historias de familias que conforman la localidad, relatos de sus costumbres, entre otros (Félic, 2003)

Lo importante es descubrir, conocer y valorar nuestras raíces porque esto nos permite crecer. Pero hay que echar ramas, flores y frutos nuevos. Que no busquemos negar nuestra identidad sino hacerla crecer incorporando la novedad del presente (Félic, 2003).

El objetivo del presente trabajo es tener una aproximación sobre el tiempo de aprovechamiento del árbol de totoposte (*Licania arborea*) en el ejido Sinaloa, a través de las vivencias de sus pobladores desde la fundación de la comunidad.

METODOLOGÍA

a) Área de estudio

El área de estudio se ubica en la localidad Sinaloa (figura 1), municipio de Jiquipilas, Chiapas a 64 km de la capital Tuxtla Gutiérrez (93° 34' 48" W y 16° 36' 48" N), a una altitud de 560-600 m, en la denominada región Centro al oeste del estado de Chiapas. La vegetación original correspondía a selva baja caducifolia (SBC) (Miranda, 2015) en las zonas planas; en la actualidad sólo se aprecian algunos de sus elementos arbóreos en pequeños fragmentos aislados, rodeados por potreros y cultivos agrícolas (FORTAM, 1984) (figuras 2 y 3).

b) Método

Se aplicaron entrevistas abiertas (Bernard, 1995) a un total de 30 informantes claves (entre 19 y 70 años de edad), lo que cubre el 20% de la población total adulta de la colonia Sinaloa; esta herramienta permitió conocer los procesos históricos de la comunidad, las formas de uso y manejo de la especie, esta información se complementó con recorridos etnobotánicos y entrevistas con tres informantes de mayor residencia en la comunidad (63, 64 y 67 años).

RESULTADOS

a) Origen de la comunidad

El proceso de transformación del ejido Sinaloa fue narrado por las personas con mayor edad, a quienes les han transmitido el conocimiento por prácticas orales de generación en generación, quienes tienen claro que desde la conquista, el cambio en los ecosistemas ha sido transformado por la implementación de tecnologías que en su momento eran desconocidas:

“Con la llegada de los españoles a Chiapas en el siglo XVI, se fundaron un sin número de rancherías y fincas en el estado, las cuales eran propiedad de estos europeos que contaban con grandes extensiones de terreno, llamados lotes”.-(Agricultor, 64 años)

En el ejido Sinaloa (que en ese entonces tenía habitantes zoque y con descendencia zoque), se fundó la finca Santa Lucía (figura 4):

“cuando la finca inició, se cosechaba caña de azúcar y henequén”. (Agricultor, 67 años.)

Esto provocó que grandes extensiones de selva fueron taladas para el cultivo de estos, para ello los hacendados de ese entonces trajeron esclavos de origen africano para realizar las actividades de cultivo, corta y elaboración:

“es precisamente esta finca que se conoce como la cuna de la marimba en Chiapas”(Agricultor, 63 años.)

Esto se puede constatar en un documento virreinal, muy antiguo, del siglo XVI en el que se habla por primera vez de una marimba en Chiapas, aunque, en este caso se trata de una *Marimba de hoyo*. El documento es del año 1545 y es la primera mención que existe de una marimba o Yolotli (Corazón del cielo). En este documento se habla de un “Instrumento confeccionado por ocho tablillas de madera tirantes de dos horquetas, con mecates, colocadas sobre un hoyo cavado en la tierra, y ejecutado con baquetas de cera negra por un indígena mixe, esclavo de la Hacienda Santa Lucía”. Esto es descrito con mucho detalle por el propietario de la hacienda, el encomendero Pedro Gentil de Bustamante (Radio México internacional, 2012).

“Cuando se llegó el movimiento revolucionario, Modesto Espinosa, en ese entonces hacendado de las tierras que una vez fueron la productiva Santa Lucía, se regresó a España; a su muerte sus hijas Úrsula y Herculía volvieron al estado para recuperar sus tierras y venderlas al señor Tuledano Toledo, quien también las vendió al general Grajales”. (Agricultor, 63 años.)

Entonces, el señor Grajales, gobernador del estado, instauró criaderos vacunos, provocando nuevamente la destrucción de la selva que comenzaba su restauración natural.

“El ejido Sinaloa como es ahora, es constituido y fundado en el año 1936, con el nombre de ‘El brasilar’”. (Agricultor, 64 años)

El nombre radica debido a la abundancia de la especie arbustiva llamada comúnmente Brasil (*Haematoxylum brasiletto*).

“Tiempo después es llamado ‘Bellavista’ por uno de los cerros que se ubica al otro lado de la comunidad”. (Agricultor, 67 años.)

“Pero es hasta varios años después que se cambia el nombre, tal y como se conoce actualmente, Sinaloa, ya que los secretarios del campo acostumbraban a poner nombres de sus estados a los pequeños ejidos”. (Agricultor, 63 años.)

En lo anterior se entiende la explicación de la labor de las ciencias de la historia por su inserción dentro del proceso histórico que parece una contradicción, pero en realidad representa el humilde reconocimiento para comprender y no dominar el proceso histórico la cual proporciona forma y contenido al ser humano (Luna, 2015), siendo esto la reconstrucción de acuerdo a las vivencias y no a lo conveniente.

b) Aprovechamiento de totoposte (*Licania arborea* Seem) y aprovechamiento actual

Con la fundación del ejido Sinaloa en el año 1936, se incrementó la necesidad de cercar los terrenos para evitar la invasión o el despojo de las parcelas, por lo que se comenzaron a utilizar diferentes especies arbóreas y arbustivas, dentro de ellas el totoposte para construir postes, aunque algunas otras quedaron *in situ* y sirvieron como cercos vivos, además de ser un árbol maderable muy resistente, fue útil para la construcción de las primeras casas que constituyeron la comunidad. Esta madera también comenzó a ser utilizada como materia prima para la elaboración de utensilios de campo, como los mangos de palas, machetes, picos y martillos.

Actualmente se registraron un total de seis usos que los habitantes le dan a *L. arborea*. El aprovechamiento como madera, poste y sombra son los usos más frecuentes (figura 5) reportados para la comunidad en estudio. Para esto se utiliza el tronco el cual es muy útil para la elaboración de vigas, que sostienen los techos de tejas, esto por su dureza, además la madera permite dar soporte a la construcción de viviendas. Los usos menos frecuentes son como leña, cerca viva y medicinal. Los pobladores mencionan que el árbol de totoposte debe ser cortado cuando el terreno vaya a ser usado en la agricultura, ya que no permite que el maíz crezca, en cambio sí es empleado para ganadería, este les sirve para dar sombra. Los usos medicinales y como combustible/leña, son exclusivos de mujeres.

El aprovechamiento del árbol de totoposte en el ejido lleva 79 años, lo que ha provocado la disminución de las comunidades silvestres que una vez estuvieron en abundancia en la comunidad, aunado a esto la expansión de la agricultura con la realización de milpas con cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza

(*Cucurbita pepo*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y chile (*Capsicum annuum*), y la realización de potreros con cultivos perennes de pastos mejorados para alimentación del ganado vacuno, los que son causas principales de la pérdida del ecosistema y de la especie, esto ha contribuido a la tasa anual de deforestación como causa principal de la pérdida de vegetación en los ecosistemas tropicales (Viana *et al.*, 1997; Witmore, 1997; Dirzo, 2001).

De acuerdo a los pobladores los árboles pueden encontrarse en dos tipos de sistemas agrícolas, el primero se refiere a los terrenos ganaderos, donde la planta le sirve para sombra, ya que la copa puede llegar a medir hasta 60 m, lo que permite que el ganado tenga donde descansar en los días soleados, esta utilidad presentó el 60% de mención. Por otro lado, los árboles que se localizan en terrenos agrícolas, solo sirven para cerco vivo ya que si se encuentran dentro de los terrenos de siembra de maíz y cacahuete, este no se desarrolla por completo (figura 6).

De acuerdo a los encuestados no existe un manejo para el aprovechamiento de esta especie, la extracción del árbol se realiza en las pocas comunidades silvestres que se encuentran en la colonia, tampoco hay un programa de reforestación para recuperar a individuos que son aprovechados. Los pobladores señalan que aprovechan la madera que sirve para la construcción, para ello seleccionan a los árboles de $5 \leq$ años de edad, con d.a.p (diámetro a la altura del pecho) de 0.50 m y altura de 10 a 30 m aproximadamente, para lo cual utilizan el hacha como herramienta para realizar el corte del árbol ya que a decir por los pobladores la motosierra pierde el filo cuando entra en contacto con el árbol por tener una madera muy astillosa y dura, esta es trasladada por medio de arrastre y la madera es para autoconsumo.

Tres de los ancianos de la comunidad con más tiempo viviendo en ella y que han sido elegidos comisariados ejidales en diferentes periodos, han estado al pendiente de los cambios de la comunidad, mencionan que el árbol de totoposte es una especie importante pero que casi no hay, por lo que se le hace muy difícil encontrarlo en forma silvestre; sin embargo, hay quienes aún mantienen esta especie dentro de sus parcelas y terrenos, considerando que el cuidado de esta especie debe ser impulsada principalmente por los adultos mayores, como uno de los grupos más importante en la comunidad, debido a que son quienes presentan mayor conocimiento de su uso, identificación y presencia dentro y alrededor de la comunidad, porque desde su punto de vista los jóvenes y niños no tienen el conocimiento ni experiencia de campo.

CONCLUSIÓN

Es importante conocer y profundizar en la historia local y la recuperación de los cambios que se han suscitado en un lapso de tiempo dentro de una comunidad, los cuales se reportan como vivencias del día a día de los actores principales, que en este caso son los pobladores, esto para utilizarlo como estrategia en la búsqueda de soluciones sustentables, para la conservación y recuperación de espacios naturales donde las especies nativas y sus poblaciones se puedan desarrollar.

En la comunidad de Sinaloa se considera a *L. arborea* como una especie multipropósito, donde el aprovechamiento principal es para la construcción para lo cual se utiliza el tronco, a su vez se reporta el uso medicinal de las hojas, aunque este último es mencionado con menor frecuencia. El manejo forestal para *L. arborea* es nulo, debido a que las comunidades no hacen reforestaciones de la especie y ésta es extraída de comunidades silvestres.

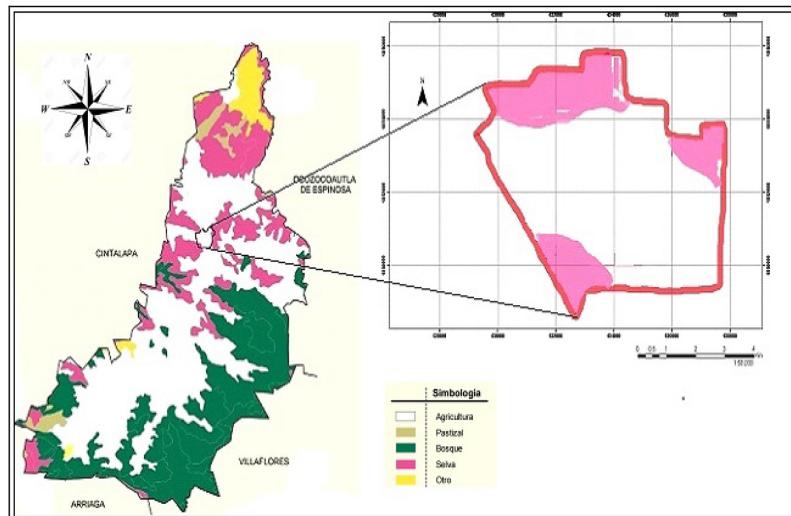


FIGURA 1

Ubicación del ejido Sinaloa en el municipio de Jiquipilas.



FIGURA 2

Elementos arbóreos de SBC, con presencia evidente de tala.



FIGURA 3 Elementos arbóreos de SBC, con presencia de cultivos de maíz.



FIGURA 4 Ruinas de la finca Santa Lucía, ahora encontramos vegetación secundaria (Fotos: Azriel Ahbelenví)

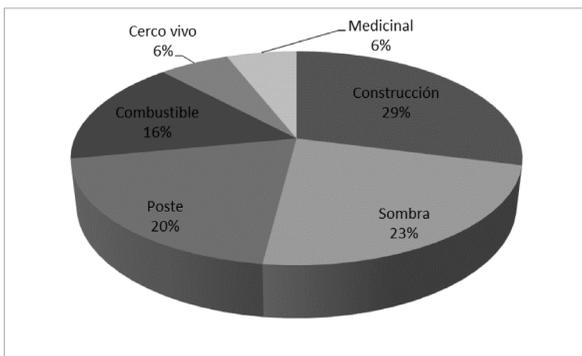


FIGURA 5 Porcentaje de frecuencia de usos actuales del árbol de totoposte (*L. arborea*) en la Colonia Sinaloa, Jiquipilas, Chiapas.

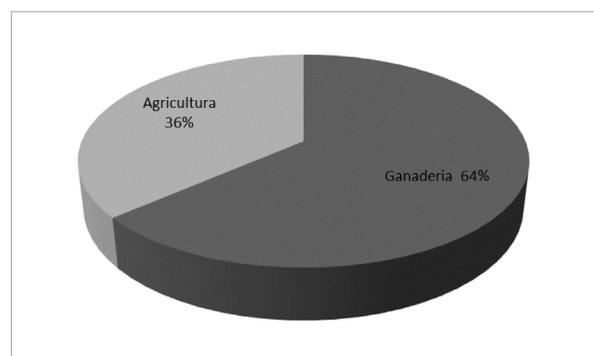


FIGURA 6 Uso del árbol en las actividades de la comunidad, se observa que es más común la utilidad en los terrenos cuya actividad es del tipo ganadero.

LITERATURA CITADA

- BERNARD, R., 1995.** *Research methods in anthropology*. Altamira Press. 585.
- DIRZO, R., 2001.** Tropical forests. In: F. S. Chapin III, O. E. Sala y E. Huber-San-nwald, eds. *Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st century*. Ecological Studies 152. Springer. Nueva York. 251-276.
- FÉLIZ, A., 2003.** *La recuperación de la historia local urbana*. Ed. Fundación Santa María. Colombia. 73 p.
- FORTAM, 1984.** *Jiquipilas: diagnostico municipal*. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 10 p.
- HERNÁNDEZ, E., 1996.** La comunidad como ámbito de participación. Un espacio para el desarrollo local. En: Montero, M. *et al.* (1996). *Participación. Ámbitos, retos y perspectivas*. Ediciones CESAP. Caracas.
- LUNA, J., 2015.** Sobre el concepto de historicidad desde una fenomenología histórica. *Historiografías, 10: 49-64*.
- MIRANDA, F., 2015.** *La vegetación de Chiapas*. Ed. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 381 p.
- RADIO MÉXICO INTERNACIONAL, 2012.** Así lo festejamos: 20 de diciembre, día de la marimba. En: <http://www.imer.mx/rmi/asi-lo-celebramos-20-de-diciembre-dia-de-la-marimba/>
- VIANA, V.M., A.J. TABANEZ Y L.F. BATISTA, 1997.** Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. In: W.F. Laurance y R.O. Bierregaard, eds. *Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press. Chicago: 351-365.
- WITMORE, T.C., 1997.** Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In: W.F. Laurance y R.O. Bierregaard, eds. *Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press. Chicago. 3-12 p.

Percepciones ambientales en jóvenes universitarios de la licenciatura en Ingeniería Civil

Daisy Escobar Castillejos¹. Hugo Alejandro Guillén Trujillo².
José Alonso Figueroa Gallegos³. Janio Alejandro Ruiz Sibaja⁴.

¹ Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Chiapas, daisye@unach.mx. | ² Centro de Ecotecnologías y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas, guillenhugo@hotmail.com | ³ Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Chiapas. jalonsofg@gmail.com | ⁴ Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Chiapas.

RESUMEN

Para nadie es desconocido que los últimos años se caracterizan por una destacada revolución tecnológica, que ha provocado grandes avances en diferentes disciplinas científicas, tecnológicas y sociales, aunado a lo anterior también se observa un marcado déficit de valores éticos y ambientales. Por este motivo los ingenieros civiles se ven obligados a cambiar su forma de pensar y actuar ante diferentes situaciones en su desarrollo profesional por lo que es crucial que durante el periodo de estudio o como profesionistas comprendan a fondo los retos ambientales que su entorno y el mundo afronta, y conozcan que su actuación será parte de la solución y no del problema. Los ingenieros civiles se encuentran en una posición privilegiada e influyente para diseñar, construir e innovar un futuro sustentable, sin embargo hay que saber si tienen los conocimientos necesarios, están comprometidos con el desarrollo sustentable y demuestran interés por los temas ambientales.

Palabras clave: Ingeniería Civil, jóvenes, percepciones, desarrollo sustentable, valores.

ABSTRACT

In the last decade, technological advances have revolutionized the way we live. They have improved the way we work and research in science and social areas. However; this revolution has been marked with the loss of ethic and environmental virtues. On Civil Engineering schools, one of the areas that their education covers is sustainable development. It is crucial that during undergraduate education they understand environmental challenges that their communities and the world are facing. Undergraduate civil engineering students should understand their impact on the professional field. They would be available to develop, design, and build sustainable solutions. In this study, a conducted study on environmental perceptions of undergraduate civil engineering students was performed. The study highlighted if students are committed with environmental aspects, if they have the necessary knowledge on the topic, and if they are interested in improving their communities.

Key words: Civil Engineering, undergraduate students, perceptions, environmental education, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

Los ingenieros son los arquitectos del futuro. Ellos forjan el mundo a través de sus diseños de productos y procesos, su gestión de los sistemas técnicos y sus innovaciones. La misión del ingeniero, en conjunto con otras disciplinas, es satisfacer las demandas de nuestra sociedad (Mulder, 2010).

El progreso social y económico de un país es el objetivo de una sociedad equitativa y justa, pero alcanzar esta meta no puede ser consecuencia de un desarrollo descontrolado y sin límites. Actualmente existe una relación de amor-odio entre la ingeniería civil y el ambiente, específicamente en el punto de intersección entre ambos: el ecosistema afectado (Pellicer y Serón, 2002).

El ingeniero civil tiene que diseñar y proyectar de modo que su trabajo sea compatible con el medio ambiente, determinando previamente aquellos aspectos del proceso de construcción que pueda influir en el ecosistema. En la realidad el ambiente es poco considerado por los ingenieros civiles toda vez que es visto como una imposición social y político, este pensamiento no es exclusivo del profesionista en ingeniería civil sino que se ha observado que los jóvenes que ingresan en la carrera tienen la concepción equivocada, al ver al ambiente como una fuente inagotable de recursos y como el vertedero de todos los desechos que genera el progreso (Escobar, 2016).

De esta manera tenemos que los primeros años de formación del ingeniero civil son el espacio ideal para

fortalecer en los jóvenes los valores éticos y ambientales. En el presente trabajo se expone los resultados del estudio exploratorio cuyo objetivo fue conocer qué piensan y sienten los jóvenes universitarios de la licenciatura en ingeniería civil respecto al desarrollo sustentable y el cuidado del ambiente, es una primera aproximación al diagnóstico de las necesidades educativas de los estudiantes respecto a estos temas, con la finalidad de formar líderes ambientales que influyan en la formación de sus compañeros dentro y fuera de la universidad.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Participantes

El estudio se desarrolló en dos cohortes de alumnos de la carrera en Ingeniería Civil, correspondientes a los cursos enero–diciembre 2015, enero–diciembre 2016. La población corresponde a un total de 125 estudiantes, todos los alumnos fueron invitados a participar en el proyecto. Los alumnos participantes del estudio se encontraban en quinto semestre e inscritos en la materia de Ecología y Medio Ambiente. La edad de los jóvenes se encuentra entre los 19 o 20 años en el momento de responder las encuestas de los cuales un 79.2% corresponde a hombres y un 20.8% a mujeres (figura 1)



FIGURA 1

Jóvenes Encuestados. Elaboración propia.

Instrumento

Se realizó una encuesta basándonos en un modelo similar al *Cuestionario de percepciones, actitudes y valores ante el desarrollo sostenible* (Murga, 2005), instrumento que consta de 61 ítems, modelo Likert, referidos a cuatro factores: 1) crisis ambiental, 2) limitaciones del modelo cultural dominante, 3) presupuestos y axiomas básicos del desarrollo sostenible y 4) compromiso individual ante la ética y valores de la sustentabilidad, cabe mencionar que se realizaron algunas adecuaciones a los ítems de acuerdo

a nuestro contexto social. Aunque las cuestiones están agrupadas en cuatro escalas, los ítems incluidos en la escala se presentan aleatoriamente en el cuestionario. De acuerdo a Murga (2005) la escala de percepción de la crisis ambiental, la cual consta de 13 ítems, permite conocer el grado en que los jóvenes perciben la crisis ambiental. La escala a su vez, permite que existan cuatro momentos, el primero se refiere a la percepción de la crisis ambiental global del problema, y los otros tres reflejan los aspectos sociales, morales, éticos y ecológicos.

La segunda escala, correspondiente al modelo sociocultural dominante, agrupa las variables que reflejan los puntos débiles del modelo y las falsas creencias, a través de afirmaciones con las que frecuentemente se intenta justificar o contra argumentar las debilidades del modelo dominante. La tercera escala, se centra en los presupuestos y axiomas básicos de la sustentabilidad, axiomas éticos y principios teóricos con un total de 19 enunciados. La cuarta escala presenta 12 ítems, los cuales recogen la intensidad manifiesta de los jóvenes para implicarse de manera personal e individualmente, con principios y valores al desarrollo sustentable.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Referente a la Escala 1, percepción de la crisis medioambiental (PCM), los resultados obtenidos revelan que de manera general los jóvenes de la carrera de ingeniería civil no tienen una percepción de riesgo medioambiental grave, debido a que el 80.8% se muestra en desacuerdo, pero curiosamente, sí se detecta una notable sensibilización cuando se incrementa el nivel de concreción y las preguntas se refieren a la dimensión social, ecológica o ética de la problemática ambiental. Cabe mencionar que del 19.2% restante (24 jóvenes), se muestra bastante o muy de acuerdo de que existen problemas ambientales que nos competen y afecta a todos, de éste porcentaje 79.17% (19) son mujeres.

Un gran mayoría percibe claramente (de acuerdo o totalmente de acuerdo) la crisis ecológica dentro de los que destacan: el consumo excesivo de los recursos naturales (95.2%), pérdida de biodiversidad (84%), la proximidad del punto de saturación de la capacidad de carga del planeta (69.6%), entendiéndola como la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se pueden sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas (González *et al.*, 2007) o la irreversibilidad de los efectos que el deterioro de la naturaleza está produciendo sobre el sistema glo-

bal (58.4%). Respecto a la dimensión social de la crisis medioambiental el 66.4% de los jóvenes participantes se muestra consciente de que la globalización no está contribuyendo en la misma medida a la socialización de los beneficios del desarrollo que a los riesgos medioambientales globales; es decir, perciben que los países en desarrollo contaminan más y consumen los recursos de otros países en donde la brecha entre pobreza y desarrollo es cada día mayor, lo que permite observar que respecto a la crisis moral y ética el 96.8% de los jóvenes aprecian claramente el panorama antes mencionado. Asimismo, el 97.6% aprecia la disminución de la solidaridad social dentro y fuera del campus universitario, la falta de identidad universitaria, la falta de responsabilidad social y la falta de equidad en la distribución de la riqueza que se producen. Sin embargo, la mayoría de los jóvenes (85.6%) no logró relacionar la relación entre los seres humanos y la comunidad biótica primaria, y el utilitarismo a corto plazo, favoreciéndose al individualismo.

En relación a la percepción de los límites del modelo sociocultural dominante, cabe señalar que el 57.6% de los jóvenes estudiantes está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la tesis de que “no es posible el desarrollo sin el crecimiento económico”, mientras que un 69.6% piensa que el Occidente es responsable del desarrollo económico mundial; sin embargo, solo el 37.6% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que “bienestar y consumo son dos aspectos complementarios e indisolubles del desarrollo”.

El 61.6% de los jóvenes considera que el desarrollo debe considerar no solo el aspecto económico sino también la salud, educación por mencionar algunas. Además el 54.4% de los estudiantes no están de acuerdo o están totalmente en desacuerdo de que la humanidad debe utilizar los recursos naturales para mejorar su nivel de vida sin pensar en las próximas generaciones.

La opinión de la mayoría (89.6%) concuerda en que la ciencia y la tecnología a mediano plazo resolverán el deterioro ambiental y los problemas ambientales. El 84% está de acuerdo o totalmente de acuerdo con que se realice investigación científica y tecnológica para mejorar las condiciones de vida de las comunidades y el cuidado del medio ambiente pero de manera no consistente la mayoría de los encuestados (96.8%) consideran incompatible el desarrollo sin el deterioro ambiental. Cabe señalar que en el rubro de compromiso y valores el 81.6% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que es necesario realizar campañas para incentivar la identidad universitaria, la responsabilidad social y los valores ambientales y éticos en el campus universitario.

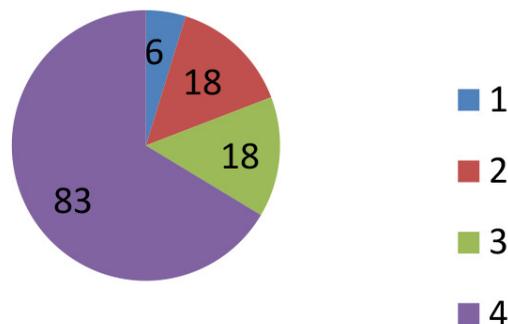


GRAFICO 1

Percepciones de los jóvenes universitarios sobre el ambiente, sobre si las condiciones ambientales en el mundo son malas

- 1) Totalmente en desacuerdo (4.8%)
- 2) En desacuerdo(14.4%)
- 3) De acuerdo (14.4%)
- 4) Totalmente de acuerdo (66.4%)

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos nos permiten observar que los jóvenes de la carrera de ingeniería civil presentan una preocupación por los problemas ambientales, tal como se observó en los trabajos de Rodríguez *et al.*, 2015. Además de que están convencidos de que la ciencia y la tecnología son herramientas necesarias para mejorar las condiciones sociales, económicas y ambientales. Sin embargo solo una minoría aprecia la existencia de un grave riesgo ambiental global.

La mayoría reconoce los límites de nuestro modelo sociocultural y la crisis de valores, el exceso del uso de los recursos naturales, el consumo excesivo, el incremento en el individualismo sin pensar en el bien común, por mencionar algunos factores. De todo ello podemos interpretar que existe en los jóvenes estudiantes una actitud positiva hacia los principios y valores del desarrollo sostenible sino fuera porque paralelamente algunas respuestas nos inducen a pensar que es necesario reforzar la identidad universitaria con la finalidad de coadyuvar en la formación de principios y valores en los jóvenes universitarios, toda vez que resulta evidente la falta de implicación personal de los jóvenes con el paradigma de la sustentabilidad.

El estudio sugiere la necesidad de incluir actividades que propicien en los jóvenes diversos enfoques del desarrollo sustentable, tanto sociales, económicos, culturales y políticos de los problemas ambientales y fomentar los valores que requiere un ingeniero civil en su profesión.

LITERATURA CITADA

- MULDER, K., 2010.** *Desarrollo sostenible para ingenieros*. Universidad Politécnica de Catalunya. 244 p.
- PELLICER-ARMIÑANA E. Y J.B. SERÓN G., 2002.** El proyecto de ingeniería civil y el medio ambiente. *1er. Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*. Vol. 2. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 900 p.
- ESCOBAR-CASTILLEJOS, D., H. GUILLÉN-TRUJILLO Y J. REJÓN O., 2016.** *Formación de Líderes Ambientales Universitarios*. Unidad de Vinculación Docente. Universidad Autónoma de Chiapas. Inédito.
- MURGA-MENOYO, M.A., 2008.** Percepciones, valores y actitudes ante el desarrollo sostenible. Detección de necesidades educativas en estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 66 (240).
- RODRÍGUEZ-SCHAEFFER, P.E., E. VILLALOBOS-ENCISO, D. ESCOBAR-CASTILLEJOS, H. GUILLÉN-TRUJILLO Y M. ESQUINCA, 2015.** Estudio piloto de percepción estudiantil del medio ambiente en México. *Revista Pakbal. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas. Año 14.*

NORMAS EDITORIALES

REVISTA LACANDONIA

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Los trabajos que aquí se publican son inéditos, se relacionan con temas de actualidad e interés científico. Tendrán prioridad para su publicación aquellos artículos generados por miembros de la comunidad de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Pueden ser artículos científicos, técnicos, ensayos o notas escritos en un lenguaje claro y accesible, en tercera persona, en español o inglés y que se ajusten a las siguientes Normas Editoriales:

El manuscrito será arbitrado por dos revisores especializados en el tema para su aceptación y publicación. El dictamen del Comité Editorial de esta revista de ciencias será inapelable.

Se entregará el original con dos copias, en papel tamaño carta, escrito a doble espacio y con un margen de 3 cm a cada lado y páginas numeradas y guardado en un CD.

Es responsabilidad del autor realizar las correcciones a que haya lugar después de la evaluación, para lo cual se le devolverá el manuscrito y el CD. La versión definitiva se entrega tanto en CD como impresa a más tardar 15 días hábiles de que haya sido devuelta.

El documento se captura en Word 6.0 para Windows 95 o posterior, con letra Calibri o Times New Roman 12 y con el texto justificado. Los dibujos, figuras, mapas y cuadros se entregarán en CD o en original en tinta china; las fotografías a color o en blanco y negro, en papel brillante y con alto contraste. Todos éstos, claros y pertinentes, con pie de figura y con el correspondiente señalamiento del sitio donde irán insertados en el texto.

La extensión deseable de los trabajos será desde 5 hasta 20 cuartillas, cuando sea necesario se podrán extender más. El orden de las secciones para los manuscritos es:

- TÍTULO
- AUTOR(ES)
- RESUMEN
- INTRODUCCIÓN
- METODOLOGÍA
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- LITERATURA CITADA

Título: corto e informativo de acuerdo con lo expresado en el texto. Escrito en mayúsculas y negritas.

Autores: nombre y apellidos, centro de trabajo, dirección, teléfono y fax y correo electrónico para facilitar la comunicación. El número de autores por artículo no debe pasar de seis.

Resumen: describe brevemente el diseño metodológico, los resultados y conclusiones del trabajo en forma concisa. Deberá acompañarse del mismo traducido de preferencia al inglés o a alguna otra lengua. Inmediatamente después del Resumen, se incluirán las Palabras Clave y también se traducirán al idioma en el que esté el Resumen en otra lengua.

Introducción: se presenta el tema enmarcando brevemente las cuestiones planteadas, justificación, razones para exponerlas, objetivos e impacto social o científico del trabajo y el orden en que se desarrollarán las ideas. Se describe brevemente la metodología empleada.

Resultados o cuerpo del texto: desarrolla las ideas planteadas al inicio de manera organizada. Se recomienda utilizar subtítulos. Esta sección incluye el análisis y la discusión de las ideas.

Se concluye resaltando en pocas palabras el mensaje del artículo: qué se dijo, cuál es su valor, para terminar con lo que está por hacer.

Las citas en el texto se escriben de acuerdo con los siguientes ejemplos: Rodríguez (1998) afirma..., Rodríguez y Aguilar (1998); Rodríguez *et al.* (1998) cuando sean tres o más autores; si sólo se menciona su estudio, escribir entre paréntesis el nombre y año de la publicación: (Rodríguez, 1998) o (Rodríguez, 1998: 35).

Al finalizar el texto se describe la literatura citada en el texto, de acuerdo con los siguientes ejemplos, si se trata del artículo publicado en una revista, tanto el título como el volumen, número y páginas, deberán escribirse en cursivas; en el caso de libros, el título de los mismos deberán ir en cursivas, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Para un artículo de revista:

VERDUGO-VALDEZ, A.G. y A.R. GONZÁLEZ-ESQUINCA, 2008. Taxonomía tradicional y molecular de especies y cepas de levaduras. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH 2 (2): 139-142.*

Para un libro:

HÁGSATER, E., M.A. SOTO ARENAS, G.A. SALAZAR CH., R. JIMÉNEZ M., M.A. LÓPEZ R. Y R.L. DRESSLER, 2005. *Las orquídeas de México.* Edic. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V. 302 p.

El material ilustrativo –dibujos y fotografías– deberán ser de calidad, es decir, deberán enviarse en el máximo formato que puedan capturarse; en el caso de los dibujos –figuras morfológicas, mapas y gráficas– deberán hacerse en tinta china y arreglados en láminas que permitan su adecuada reducción en la imprenta, así como el aprovechamiento del espacio; los números que contengan, deberán ser en Letraset, plantilla y Leroy y en tinta china. Las fotografías serán de preferencia en blanco y negro, pero también –si es necesario– podrán ser en color, bien contrastadas e impresas en papel brillante, o de preferencia digitalizadas. Todo el material gráfico deberá presentarse digitalizado en un CD, en una carpeta distinta a la del texto y con los datos escritos sobre el mismo del título, del artículo, así como del (o los) autor(es). Títulos y subtítulos de cada uno de los artículos se debe escribir con mayúsculas y minúsculas; el subtema del subtítulo con negritas, también con altas y bajas.

En el caso de las notas, no requieren de resumen ni de bibliografía, y si se hace alusión a alguna publicación, ésta deberá ser citada dentro del propio texto.

Los originales no serán devueltos.

Enviar sus contribuciones al Dr. Carlos R. Beutelspacher, editor de la revista *Lacandonia* de la UNICACH romme-lbeu@gmail.com o bien al miembro del Comité Editorial de la respectiva escuela:

BIOLOGÍA: Dr. Miguel Ángel Pérez-Farrera y Dr. Gustavo Rivera Velázquez

INGENIERÍA AMBIENTAL: Dr. Raúl González Herrera

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA: Dr. Guillermo Ibáñez Duharte

NUTRICIÓN: Dra. Adriana Caballero Roque

PSICOLOGÍA: Dr. Germán Alejandro García Lara

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, septiembre de 2017.

Rectoría

Lic. Luis Alfredo Sierra Sánchez
SECRETARIO GENERAL ENCARGADO DE DESPACHO DE LA RECTORÍA

Dra. Flor Marina Bermúdez Urbina
SECRETARIA ACADÉMICA

Lic. Beatriz Álvarez Pérez
ABOGADA GENERAL

Lic. Rosenberg Maldonado Ortiz
DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Dra. María Adelina Schlie Guzmán
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



Producción Editorial
Universitaria 2017