

# ECOFRONTERAS

ISSN 2007-4549

Revista cuatrimestral de divulgación de la ciencia · ECOSUR · vol. 26 · N° 75 · mayo/agosto 2022



Cuando el amor mata:  
la feromona sexual  
del gusano cogollero

## ¡Supervivencia!

Breves apuntes de la vida silvestre



Una sola salud.  
Conversación con Teresa Álvarez Legorreta



# CONTENIDO

## DENUESTROPOZO

### Editorial

Gabriela Castellanos Morales

### El jabón y los secretos de su néctar

César Canché-Collí, Leonardo Noriel López Jiménez, Rosalina Rodríguez y Azucena Canto

### ¡Extinción a la vista! Cacerolita de mar en México

Juan José Sandoval-Gío, Carmen Olivia Rosas-Correa, Héctor Javier Ortiz-León

y Lourdes Guadalupe Marfil-Ceballos

### ¿La hembra fue macho?

### Reversión sexual en peces arrecifales

Crista Irma Ramírez Ruiz

### Enseñanzas de una madre murciélago

Kinari Romo Hernández y M. Cristina MacSwiney G.

### Los reptiles son buenos padres

Mariana González-Solórzano y Jorge E. Morales-Mávil

## MIRANDOALSUR

### APUERTASABIERTAS

### Cuando el amor mata:

### la feromona sexual del gusano cogollero

Edi A. Malo y Julio C. Rojas

### Del miedo a lo femenino

### a la violencia machista entre hombres homosexuales

Luis Enrique García Jiménez

### El calendario de la naturaleza

Alejandro Cueva

## ENTREVISTA

### Una sola salud.

### Conversación con Teresa Álvarez Legorreta

Laura López Argoytia

## DELITERATURA Y OTROS ASUNTOS

### Minibestiaro de jardín

Ramón Isaac Rojas González



1

2

6

10

13

17

21

22

26

30

34

38



# Editorial

HUMBERTO BAHENA Y CÉSAR CANCHE

Los artículos de este número de *Ecofronteras* exploran distintas estrategias de reproducción, es decir, las maneras en que los organismos se multiplican y garantizan la supervivencia de las siguientes generaciones y de la especie; ¿cuántas crías tiene un individuo a lo largo de su vida?, ¿cuántas sobreviven y se reproducen?, ¿hay cuidado parental o no? Pero además de esbozar respuestas para estas preguntas, las autoras y autores nos hablan de la estrecha relación entre el ser humano y la naturaleza y de cómo dependemos de ella para nuestra propia supervivencia.

En el primer texto, César Canché-Collí y sus colaboradores nos narran de qué manera evaluaron la producción de néctar del jabín (*Piscidia piscipula*), partiendo de que se trata de un proceso con el que muchas plantas atraen a insectos, aves y murciélagos, quienes al recolectarlo polinizan las flores y ayudan a que la vegetación se reproduzca. Así nos enteramos del valor del néctar del jabín, que resulta muy atractivo para las abejas melíferas (para la alimentación de

su descendencia), sobre todo por estar disponible durante los meses secos, de donde debe su importancia para los apicultores.

El artículo de Juan José Sandoval-Gío y sus coautores aborda algunos aspectos de la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), un organismo que diversos especialistas consideran un “fósil viviente” porque no ha cambiado desde hace millones de años; y nos hacen ver que a pesar de haber superado los embates del tiempo y los cambios en la historia de la Tierra desde antes de que existieran los dinosaurios, hoy en día las actividades humanas han puesto a este artrópodo de sangre azul en grave peligro de extinción en México.

Por su parte, Crista Irma Ramírez Ruiz explora las distintas estrategias que los peces y otros habitantes de los arrecifes coralinos tienen para reproducirse. Entre ellas, es notable el caso de los peces que pueden cambiar de sexo —de hembra a macho o de macho a hembra—, un fenómeno que es mucho más frecuente de lo que imaginamos. Así, estos organismos garantizan la

siguiente generación y la supervivencia de su especie.

Los últimos dos artículos tocan el tema del cuidado parental: el comportamiento que practican algunas especies para incrementar las probabilidades de que sus crías sobrevivan. Primero Kinari Romo Hernández y Cristina MacSwiney nos hacen ver que el acceso a nuevas tecnologías ha revelado secretos insospechados sobre la conducta de los murciélagos, lo cual verifica que el cuidado de las crías es muy sofisticado. Finalmente, Mariana González-Solórzano y Jorge Morales-Mávila comentan que, contrario a la creencia generalizada, diversas especies de lagartijas, serpientes, cocodrilos y otros reptiles desarrollan estrategias diversas para cuidar a sus crías.

¡Hay que leer este número! Está lleno de sorpresas y datos interesantes acerca de la vida silvestre que nos rodea. ¿Cuántos secretos de la naturaleza aún nos quedan por develar?

Gabriela Castellanos Morales, El Colegio de la Frontera Sur (México).

# El jabín

## y los secretos de su néctar



CÉSAR CANCHE COLLÍ

César Canché-Collí, Leonardo Noriel López Jiménez, Rosalina Rodríguez y Azucena Canto

*Resumen:* La miel de la península de Yucatán se ha popularizado por su calidad de exportación. Desde luego, en su cadena productiva dominan las abejas y sus hábitos de pecoreo, para lo cual dependen de la vegetación; en este sentido, una joya de la corona es el jabín (ja'abin, en maya), un árbol que florece abundantemente entre los meses secos de marzo y abril, tanto en las selvas como en los hábitats urbanos. Si bien la miel de la región es de naturaleza multi-floral, un grupo de investigación ha dado con pistas acerca de por qué este árbol podría ser de particular interés para los apicultores.

**Palabras clave:** plantas melíferas, concentración de azúcares, miel, flores, *Piscidia piscipula*.

**Maayat'aan (maya): Ja'abin yéetel tuláakal ba'ax ma' k'ajóolta'an yóok'olal u ch'ujukil**

U kaabil u petenil Yucatáne' jach k'ajóola'an tumen ku séen túuxta'al konbil táanxel kaajo'ob, ti' u meyajile' ku táakpajal yik'el kaabo'ob yéetel u t'uchulo'ob ti' loolo'ob uti'al u ch'a'íko'ob yéetel u bisiko'ob u ch'ujukil bey xan u ta'anil lool ts'o'ok u k'antal, k'ajóola'an beey pecoreo, uti'al le je'ela' jach k'a'anáan yaan k'aaxo'ob yéetel loolo'ob; lebetik jump'éeel nojoch ayik'alil yaan jabín (ja'abin ku ya'alal ich maaya), jump'éeel che' ku jach loolankil ichil u winalilo'ob jach yaan k'iin, marzo yéetel abril, yaan ti' k'áax bey xan ich kaaj. Kex u kaabil way petene' ku taal ti' jejeláas loolo'obe', jump'éeel múuch' ajxak'almeyajo'ob tu kaxto'ob ba'axten le che'a' jach k'a'anáan ti' u meyaj ajkaabnáalo'ob.

**Áantaj t'aano'ob:** páak'alo'ob yaan u ch'ujukil, ya'ab u ch'ujukil, kaab, loolo'ob, *Piscidia piscipula*.

**Bats'i k'op (tsotsil): Li jabín ja' jtos nichim oy poxil ta ya'lel**

Li pom oy ta Yucatán lek stsakoj yip ta xchonel batel ta yan lumetik, ja' ta skoj ta yabtel li chanul pome ta xich' batel ta xich' talel ya'lel li nichimetike, tey yich'oj ta venta stekel vomoletik oy ta yosilaltake; jun yutsilal lek sna' xch'i li jabín (jabín ta sk'op maya), li ste'elale toj ech' no'ox ta xnichimaj k'áaluk lek takin li osil ta yuilal marzo xchi'uk abril, lek x-ayan ta bu oy epal te'etik ta jamalaltik xchi'uk ta osiletik oy ta muk'ta jteklumetike. Li pome tey talem ta epal nichimetik, ja' yu'un jtsop jchanunetik buch'utik sna'ik st'unel smelole, laj xa stabeik smelol k'u yu'un tsots sk'opial ti ste'elal jabín ta stojolal yu'un buch'utik ta sts'unik li chanul pome.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** vomoletik lek sna' xak' ya'lelal pom, epal askaletik, pom, nichimetik, ste'elal jabín.

La península de Yucatán se encuentra en la cima de la producción de miel en México, y alberga a la mayoría de los apicultores del país. Yucatán y Campeche son las entidades más destacadas con una producción promedio que supera las 15 mil toneladas anuales, de acuerdo con los datos de 2019 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Este producto ha ganado prestigio nacional e internacional, tanto que gran parte se exporta a Alemania, Reino Unido y Arabia Saudita, entre otros países, consiguiendo que la apicultura sea una actividad rentable. Sin embargo, para obtener una buena cosecha de miel y aprovechar su diversidad de sabor, color y olor, es necesario conocer los ciclos de floración de las plantas y su relación con el clima. Existen diversas especies vegetales muy valoradas por los aportes nutricionales que brindan a las abejas, lo que redundaría en la producción de miel; entre ellas se encuentra el árbol de jabín.

**Plantas melíferas peninsulares**

La vegetación de la península de Yucatán se caracteriza por sus selvas predominantemente secas, las cuales sostienen la producción de miel gracias a la diversidad y presencia de ciertas especies cuyas flores ofrecen néctar y polen a las abejas; también hay plantas de las que estos insectos recolectan resinas para elaborar propóleo

con el que recubren el interior de sus colmenas. En conjunto se les llama plantas melíferas, y se estima que representan el 40% en la península, como asegura el biólogo Salvador Flores Guido.

Diversos especialistas sugieren que la producción de miel es la segunda categoría de uso de esta vegetación, después de su aprovechamiento en la medicina. Hay que destacar que la miel peninsular tiene un origen multifloral, es decir, que proviene del néctar de flores de distintas especies de plantas, de modo que la diversidad es importante; sin embargo, existen mieles que proceden mayoritariamente de especies muy específicas a las que se les ha llegado a considerar como el sostén de la apicultura en la península.

Una de esas plantas melíferas es el jabín (*Piscidia piscipula*), o *ja'abin* en lengua maya, un árbol que puede medir 20 metros de alto. Su floración ocurre durante los meses secos de marzo y abril; las inflorescencias se generan en las ramas y se desarrollan hasta 50 flores que son fuente de alimento para las abejas y para muchos otros insectos. La miel de jabín es apreciada entre los apicultores, al igual que las que provienen de *Gymnopodium floribundum* (*ts'its'ilche'* en maya<sup>1</sup>) o de *Viguiera dentata* (*taj* o *tajonal* en maya). Un dato sobresaliente

<sup>1</sup> Antes se le conocía como *dz'idz'ilche'* o *dzidzilché*, pero las grafías *dz'* están en desuso y lo correcto es cambiarlas a *ts'*.

liente es que del total del área urbana de la ciudad de Mérida, el jabín es el tercero más abundante con 174,833 individuos, y es el primero en los parques con 3,779. Es decir, que funciona bien como arbolado urbano.

**Secretos del jabín: néctar floral**

El néctar es un líquido rico en azúcares, que es segregado por unas glándulas (nectarios) de las flores, y es un alimento fundamental para las abejas y otros insectos por su aporte de energía. En 2008 nos propusimos descubrir algunos secretos del néctar del jabín y emprendimos el estudio de 142 flores de un grupo de cinco árboles ubicados en Mérida.

Nuestro trabajo empezaba cuando elegíamos inflorescencias con botones florales próximos a abrirse, y los cubríamos con bolsas de tela de tul (figura 1). Las bolsas impedían que los insectos y las aves consumieran o contaminaran el néctar con microorganismos, lo que podría alterar los resultados. Al día siguiente recolectábamos las inflorescencias con las flores abiertas en tres horarios diferentes: 11:00, 14:00 y 16:00 horas, y las examinábamos. Medíamos el volumen de néctar acumulado en cada flor y lo extraíamos con microcapilares, que son pequeños tubos de cristal (figura 2); luego estimábamos la concentración de azúcares con un aparato especializado llamado refractómetro. Este procedimiento lo realizamos durante seis

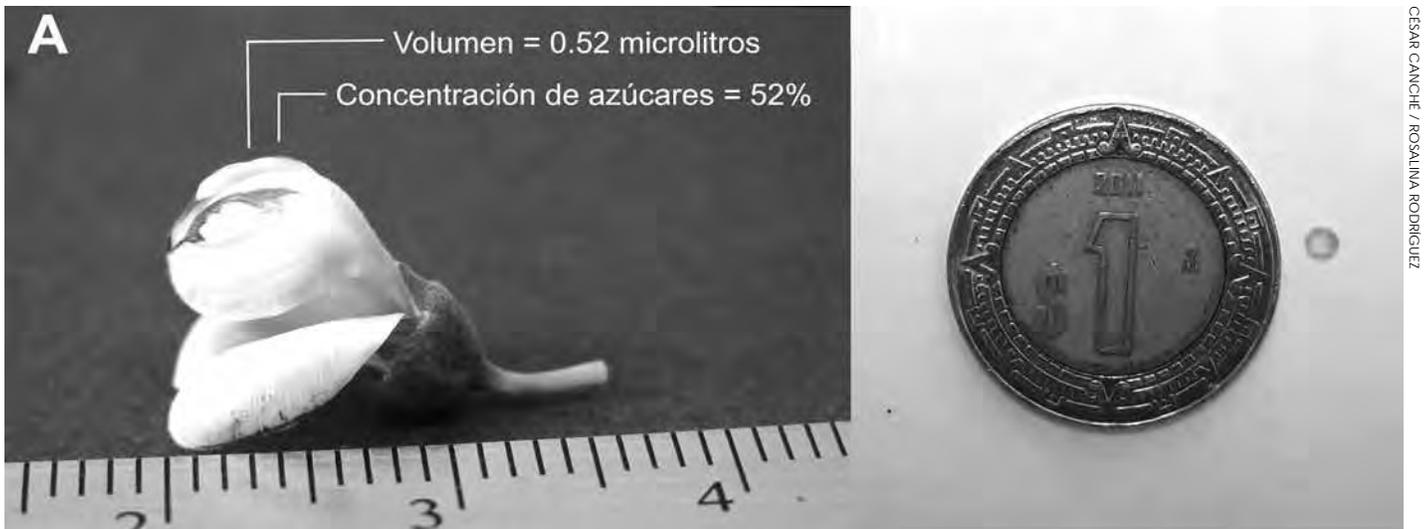
Figura 1



Figura 2



Figura 3



días en el mes de abril, conforme identificábamos las flores por abrir en los árboles seleccionados.

Un primer descubrimiento fue que las flores del jabín producen en promedio 0.52 microlitros de néctar, lo que en realidad es poco volumen (figura 3). Para comprenderlo conviene un ejemplo: si tenemos un litro de agua y lo dividimos en un millón de partes, cada parte sería un microlitro y una flor produce la mitad de esto (una pequeña gota). Pero como todo varía, mientras algunas flores generan 0.02 microlitros, otras llegan a los 2.42 microlitros, lo cual ocurría en la tarde (16:00). Aún desconocemos por qué sucede esto, pero sería muy interesante investigar las causas y observar si las abejas visitan más las flores en dicho horario.

Después de recolectar el néctar, las abejas lo transportan en su estómago mielero y lo depositan en los panales de la colonia. Ahí experimenta cambios químicos y se deshidrata, lo que aumenta su concentración de azúcares; una vez que finaliza el proceso, la miel tendrá una concentración cercana al 80%. Al respecto, descubrimos que en el néctar del jabín es de un 52% en promedio, aunque algunas flores lo producen con baja concentración (29%) y otras con alta (70%). Es factible pensar que, por sus características, el néctar del jabín recogido por las abejas se deshidrata rápidamente y alcanza la concentración adecuada de una miel madura (80%) en los panales.



Árbol jabín.

## El jabín y las abejas

Haciendo cálculos y considerando el volumen y la concentración de azúcares que registramos, para reunir un microlitro de néctar se necesitan dos flores de jabín, y estimamos que para producir un microlitro de miel se requerirían dos flores más, es decir, cuatro en total. Esto significa que para

obtener un litro de miel harían falta cerca de cuatro millones de flores de jabín. El volumen es poco desde la percepción humana, pero no olvidemos que es para el consumo de pequeños insectos, como las abejas, y para ellas puede significar una cantidad valiosa. Un árbol produce cientos o miles de flores a diario durante unos 50 días, así que la cantidad total de néctar potencialmente convertible a miel es muy alta. Por otro lado, la concentración de azúcares ayuda, pues a mayor cantidad de azúcar, más rápida es su transformación en miel.

Sin duda, el jabín es una planta melífera importante para las abejas y les garantiza un recurso alimenticio sustantivo en los meses más secos de marzo y abril. Aprender esto nos permite entender por qué su conservación se liga a que podamos continuar disfrutando de esta delicia azucarada. Los apicultores de la península de Yucatán reconocen este valor, lo cual es un refuerzo para que los árboles no sean talados en las selvas ni en los sitios urbanizados donde crecen.

Para las poblaciones humanas que habitan en la península, esto cobra relevancia por el tipo de aprovechamiento que se le da a la vegetación, pues tanto el jabín como el resto de la flora melífera forman parte del ciclo vital. Para quienes no viven en la región, es necesario apreciar que las abejas tienen un vínculo estrecho con la vegetación, y que gracias a ello podemos deleitarnos de su rica y particular miel. 🍯

## Bibliografía

- Alfaro Bates, R. *et al.* (2010). *Caracterización palinológica de las mieles de la Península de Yucatán*. México: Universidad Autónoma de Yucatán/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Durán, R. y Méndez, M. (eds.). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Mérida, Yucatán, México: CICY/PPD/FMAM/CONABIO/SEDUMA.
- Quezada, E. J. J. G. y Echarzaretta, G. C. M. (comps.). *La miel y las abejas: el dulce convenio del Mayab*. Mérida, Yucatán, México: Secretaría de Educación/ Gobierno del Estado de Yucatán.

César Canché-Collí es egresado del Centro de Investigación Científica de Yucatán (México) | cesarcancoll@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-9330-0613>

Leonardo Noriel López Jiménez es egresado del Centro de Investigación Científica de Yucatán (México) | leonardonoriel@hotmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-9284-7991>

Rosalina Rodríguez es técnica de investigación en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (México) | marororo@cicy.mx | <https://orcid.org/0000-0001-5562-5225>

Azucena Canto es investigadora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (México) | azucanto@cicy.mx | <http://orcid.org/0000-0002-0712-2241>

# ¡Extinción a la vista!

## Cacerolita de mar en México



CARMEN ROSAS

Juan José Sandoval-Gío, Carmen Olivia Rosas-Correa, Héctor Javier Ortiz-León y Lourdes Guadalupe Marfil-Ceballos

*Resumen: Antes que los dinosaurios, las cacerolitas de mar ya habitaban la Tierra. Aunque estos artrópodos han sobrevivido a cinco extinciones masivas, actualmente podrían desaparecer por factores como el turismo excesivo o el mal manejo de residuos; además, han adquirido un gran valor en la industria biomédica internacional pues su sangre se utiliza para detectar la presencia de bacterias en procesos farmacéuticos, y esto ha provocado su extracción en grandes cantidades. Existen tres especies asiáticas y una americana (conocida también como cangrejo herradura), que en México habita en las costas de la península de Yucatán, donde por fortuna se han emprendido varias iniciativas para la conservación de este sorprendente animal.*

**Palabras clave:** conservación, escenario de riesgo, *Limulus polyphemus*, artrópodos quelicerados, fósil viviente.

### Maayat'aan (maya): ¡Táan u náats'al ch'ejelil! Me'ex wáaj Cacerolita de mar ti' u noj lu'umil México

Ma'ili' yanak dinosaurios yóok'olkaabe' kuxa'an le yik'el ja' me'ex wáaj cacerolitas de mar. Kex le yik'elo'ob k'ajóola'ano'ob je'elbix artrópodos ma' kíimo'ob ti' jo'otéen xu'ulul kuxtal yóok'olkaab, bejla'ake' ku béeytal u k'úuchul u xu'ulul u kuxtal tumen séen ya'ab wíiniko'ob ku taalo'ob xímbal way lu'uma', séen yaan turismo wáaj ma'atáan u kanáanta'al tu'ux ku ts'áabal sojol; ba'ax xane', jach k'a'anáano'ob ti' u beeta'al ts'áak, u meyajil industria biomédica ti' jejeláas noj lu'umilo'ob tumen u k'í'ik'ele' ku yáantaj ti'al u xaxta'al wa yaan mejen yik'elo'ob wáaj bacterias ti' u beeta'al ts'áako'ob, lebetik ku séen chuka'alo'ob yéetel ku kíinsa'alo'ob. Yaan óoxp'éel ch'í'ibalil ku taal ti' Asia yéetel jump'éel ti' América (k'ajóola'an xan beey cangrejo herradura), ti' u noj lu'umil Méxicoe' kuxa'an tu jáal ja'il u petenil Yucatán, tu'ux jach ma'alob táan u beeta'al ba'alo'ob uti'al u kanáanta'al ma' u ch'ejel le yik'el ja' jach jak'aj óoilil u yila'al.

**Aantaj t'aano'ob:** kanáanil, súutuk sajakil, *Limulus polyphemus*, yik'elo'ob yaan u nat'abo'ob, úuchben kuxa'an fósil.

### Bats'i k'op (tsotsil): ¡Xchaman xa li k'usitik xkiltike! Cacerolita oy ta muk'ta nabetik ta México

K'alaluk mu'yuk to'ox li muk'ta vo'neal chonbolometik ta banumile, li Cacerolita oy ta muk'ta nabetike kuxulik xa ox ta sba li banumile. Ak'o mi vo'om xa velta yiloy svokolik ti jutuk xa mu xchamike, li jtos chanul taje tey to kuxul, ta ora li'e oy yik'al ta xtub xch'ielal ta skoj ti oy epal chopol k'usitik xk'otan ta stojolale, mu'yuk bu lek cha'i epal jvu'laletik xk'otan ta yilele xchi'uk chopol cha'i li k'a'epetike; jech no'ox xtok, li chanul taje lek tsots sk'oplal sventa ta spasel poxiletik, yu'un li xch'ich'ele lek sventa chi'ch t'unel mi oy chopol bik'tal chanuletik ta k'alaluk xich' pasel li poxiletike, ja' yu'un ep no'ox ta xich' sa'elale. Oxtos likemik tal ta yan banamil xchi'uk jtos oy ta kosilaltike (ojtikinbil ek jech k'ucha'al herradura yox), li' ta México kuxajtik ta sti'ilal muk'ta nab yu'un Yucatán, li'e oy xa buch'utik yakal xa ta spasel yabtelik sventa sk'elele xcha'biel li ja'al chonbolom taje.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** sk'elele xcha'biel, jsep osil bu yik'al mu'yuk lek ta kuxiel, cacerola yox, vaxakyakan chonbolometik, chonbolometik xko'olaj ta ton yilel.

Uno de los habitantes más antiguos de nuestro planeta es la cacerolita de mar, un artrópodo del grupo de los xifosuros (del griego *xifos*: espada y *oura*: cola). Los registros fósiles de hace 450 millones de años muestran que ya poblaba la Tierra desde mucho antes de que aparecieran los dinosaurios y otras especies hoy extintas. Desde entonces, estas criaturas se han adaptado a distintas condiciones ambientales y transformaciones del entorno, y no han sufrido cambios importantes. Su gran capacidad de adaptación las ha ayudado a sobrevivir nada menos que ¡a cinco extinciones masivas! Y sin embargo, actualmente enfrentan un riesgo real de desaparecer por varios factores, principalmente derivados de la actividad humana.

### Importancia de la cacerolita de mar

Existen cuatro especies de cacerolita de mar; tres de ellas en países asiáticos: Vietnam, China, Tailandia y Japón, y una más en América. A esta última, *Limulus polyphemus* —de la que hablaremos mayormente en este artículo—, también se le llama cangrejo herradura del Atlántico o cangrejo americano, y habita en dos zonas muy delimitadas: de Florida a Maine, en la costa este de Estados Unidos, y en las costas de la península de Yucatán en México, en donde ya fray Diego de Landa incluía su descripción en *Re-*



CARMEN ROSAS

*lación de las cosas de Yucatán*, alrededor de 1566.

A pesar de algunos de sus nombres comunes en español, en realidad no son cangrejos y por lo tanto no son crustáceos; se trata de organismos “quelicerados” al igual que los arácnidos —que incluyen arañas y escorpiones—, es decir, que el primer par de apéndices o queliceros funcionan como pinzas o colmillos, y no tienen antenas ni mandíbula como el resto de los artrópodos. Cuentan con un exoesqueleto o caparazón duro, y con diez ojos, algunos de los cuales detectan la luz ultravioleta. Por debajo de su cuerpo se encuentran sus patas y otros apéndices que usan para comer y moverse, y tienen

una cola larga que en realidad es una espina triangular que les ayuda en movimientos verticales, sobre todo cuando salen a desovar.

Habitan en ambientes salobres y marinos no muy profundos en los que cumplen una función importante en la cadena alimenticia, ya que fungen como depredadores y presas de otras especies. La mayor parte de su vida, que puede durar hasta veinte años, las cacerolitas están enterradas en el sedimento, removiendo la materia orgánica y alimentándose de pequeños invertebrados. Y cuando migran a las playas para desovar se exponen a la depredación de mamíferos, como los mapaches, o de reptiles, como los cocodrilos.

En las últimas décadas se han vuelto muy importantes en la investigación biotecnológica porque su sangre o hemolinfa (por cierto, de color azul) contiene el compuesto denominado "lisado de amebocitos de *Limulus*" (LAL), que la hace coagular al ser expuesta a agentes bacterianos, una característica utilizada en la industria biomédica. En los procedimientos de control de calidad, cierta cantidad de cada lote fabricado de los utensilios médicos, medicamentos e incluso vacunas, se expone al LAL para verificar la ausencia de coágulos y garantizar así la confiabilidad de esos productos. Recientemente se han presentado compuestos sintéticos con la misma función, pero el metabolito que se obtiene de la cacerolita de mar aún sigue generando millones de dólares a la industria farmacéutica mundial, y estos animales se extraen en grandes cantidades.

Desafortunadamente, la actividad humana perjudicial para este artrópodo se extiende a varios usos en las localidades donde vive, entre ellos, preparar sus huevecillos como platillo en distintos países asiáticos o convertirlo en cebo para la pesca, como ocurre en Estados Unidos para

atrapar anguilas. Todo esto ha contribuido a la disminución drástica de las poblaciones de las cuatro especies de la cacerolita de mar en el mundo. Afortunadamente en México hay sectores de la academia y del gobierno que han emprendido acciones conjuntas para su conservación.

### Situación en la península de Yucatán

Desde 1994, las autoridades en materia ambiental en México categorizaron a la cacerolita de mar como "en peligro de extinción" (NOM-059-SEMARNAT-2010), lo que hasta la fecha restringe su captura y aprovechamiento. Sin embargo, en entrevistas realizadas en Río Lagartos y San Felipe, dos puertos del oriente de Yucatán, localizados en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos,<sup>1</sup> se encontró que el 70% de las personas encuestadas considera que su

<sup>1</sup> Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biósfera); no obstante, dado que en *Ecofronteras* la acentuamos normalmente por convenir en materia de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término. En cuanto a la palabra "ría", esta se refiere a una prolongación del mar que se introduce a tierra por la diferencia de nivel con la cuenca litoral, a diferencia del río, que es una corriente de agua natural que fluye hacia un lago o el mar.

uso para carnada en la temporada de pulpo la coloca en riesgo. Esta práctica se incrementa cuando escasean otras especies de invertebrados que se utilizan para lo mismo: el cangrejo moro *Menippe mercenaria* y el cangrejo araña *Libinia dubia* o, en maya yucateco, *ma'axkil*.

En recorridos por la ría Lagartos y su área de manglares se han podido observar trozos del caparazón de la cacerolita atados en las varas que sobresalen de las pequeñas embarcaciones sin motor de los pulperos. Usarla como cebo es grave, porque además de ser ilegal, se eligen los ejemplares más grandes porque son una mejor carnada, y entonces resulta que las hembras, de mayor tamaño que los machos, son las que más se capturan y esto afecta a la reproducción de la especie. De igual forma, se han encontrado individuos acorralados por la basura que se acumula en el manglar, o atrapados en redes de arrastre.

En otros sitios de la península de Yucatán existen más actividades de riesgo para la cacerolita de mar. El acelerado desarrollo turístico en la costa norte de Quintana Roo y la extensa actividad petrolera en la Sonda de Campeche están causando afectaciones muy preocupantes; cada vez hay más construcciones que modifican la línea costera y disminuyen los sitios de desove para *L. polyphemus*. Un factor adicional son los contaminantes emergentes en la zona costera, un problema muy poco estudiado. Se trata de aquellas sustancias que no habían sido descritas como causantes de contaminación, pero que su uso indiscriminado y cada vez más frecuente está ocasionando efectos dañinos. Estos contaminantes no se monitorean con regularidad y es el caso de algunos medicamentos, los dispersantes del petróleo, distintos plaguicidas de nueva generación, como el glifosato, y productos de cuidado personal, como los bloqueadores solares y los dentífricos.

CARMEN ROSAS



## Investigación y conservación

Ante este panorama, se han establecido mecanismos de acción para saber si tal contaminación pudiera ser una amenaza para *L. polyphemus* en la península de Yucatán. Con la autorización de las instancias pertinentes, en las zonas costeras de Ría Lagartos, Yucatán, y Champotón, Campeche, se han colectado huevecillos para trasladarlos al Tecnológico Nacional de México, Campus Tizimín, en donde se les mantiene en condiciones de laboratorio. Antes y después de la eclosión (nacimiento) se exponen a diversos contaminantes para evaluar su índice de supervivencia y los cambios fisiológicos o morfológicos en embriones y larvas. Por ejemplo, las larvas que fueron expuestas a derivados y dispersantes del petróleo mostraron alteraciones en genes relacionados con la respuesta a contaminantes, lo que ayudará a comprender cómo estos organismos afrontan eventos adversos en el océano, entre ellos, los derrames petroleros.

Otro estudio reciente de nuestro grupo de trabajo encontró glifosato en numerosas cacerolitas muertas de cuatro localidades de la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos. Es la primera vez que en México se registran casos de animales marinos contaminados con el herbicida, por lo que se enciende una alarma ambiental no solo para la cacerolita de mar sino para toda la fauna de esta área natural protegida. El glifosato se usa en muchos países y se ha catalogado como potencialmente can-



CARMEN ROSAS

cerígeno; se ha detectado en aguas subterráneas y superficiales de la península de Yucatán, pues en la última década se le ha utilizado en exceso en la agricultura en la región.

Por otra parte, los estudios para cultivar las larvas de cacerolita de mar en cautiverio están en desarrollo, y esto podría derivar en que se llegue a liberar a los organismos en hábitats críticos. Y al igual que con especies como la tortuga marina, se pueden realizar actividades de educación ambiental para promover la repoblación y la conservación de la especie.

Aún queda mucho por hacer para evitar que nuestra generación tenga el nada hon-

roso primer lugar en amenazas que consigan extinguir a la cacerolita de mar, algo que ni siquiera logró el meteorito que impactó en la península de Yucatán en el Cretácico. Si bien este riesgo crece porque hay grupos de personas con actividades pesquero-comerciales que no observan las leyes y otros que favorecen el uso incontrolado de contaminantes emergentes, en contraparte tenemos a la academia, a diferentes órganos de gobierno y, en especial, a las nuevas generaciones con acciones propositivas que podrían contribuir a que la cacerolita de mar continúe habitando los mares y costas del mundo. 🌊

## Bibliografía

- Gómez-Aguirre, S. y Yáñez-Martínez, A. (1995). Evaluación estacional de las poblaciones de *Limulus polyphemus* L. en el norte de la Península de Yucatán. (1994-1995). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, (46), 49-54.
- Sandoval-Gío, J. J., Zamora-Bustillos, R., Avilés-Ramírez, G. A., Ortiz-León, H. J., y Rosas-Correa, C. O. (2018). First report of a spawning site of *Limulus polyphemus* at Ría Lagartos Biosphere Reserve, Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, (5), 1-8.
- Smith, D., Brockmann, H. J., Beekey, M., King, T., Millard, M., y Zaldivar-Rae, J. (2017). Conservation status of the American horseshoe crab, (*Limulus polyphemus*): a regional assessment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, (27), 135-175.

Juan José Sandoval-Gío es profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Tizimín | [juan.sandoval@ittizimin.edu.mx](mailto:juan.sandoval@ittizimin.edu.mx) | <https://orcid.org/0000-0001-7218-082X>  
 Lourdes Guadalupe Marfil Ceballos es profesora del Tecnológico Nacional de México, Campus Tizimín | [lourdes.marfil@ittizimin.edu.mx](mailto:lourdes.marfil@ittizimin.edu.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-6208-9923>  
 Carmen Olivia Rosas Correa es técnica académica en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (México) | [corosas@ecosur.mx](mailto:corosas@ecosur.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-3540-0974>  
 Héctor Javier Ortiz León es profesor del Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal (México) | [hector.ol@chetumal.tecnm.mx](mailto:hector.ol@chetumal.tecnm.mx) | <https://orcid.org/0000-0001-9688-5816>



CRISTIA I. RAMÍREZ R.

Pez loro rayado o listado, *Scarus iseri*. Hembra inicial juvenil.

# ¿La hembra fue macho?

## Reversión sexual en peces arrecifales

Crista Irma Ramírez Ruiz

*Resumen: En un tema esencial para la vida como es la reproducción, la naturaleza ofrece soluciones insólitas para lograr la continuidad de las especies. En el medio marino no es extraña la autofecundación o la replicación de organismos idénticos si las cosas se complican, o bien, la reversión sexual que se da en diversos animales; es decir, nacen machos y se transforman en hembras, o como ocurre mayormente con los llamativos peces arrecifales, nacen hembras y se convierten en machos. El proceso implica para los peces un gasto energético significativo, pero les brinda mayor probabilidad de éxito reproductivo, herencia genética y sobrevivencia de la especie.*

**Palabras clave:** herencia genética, hermafroditismo, selección sexual, arrecifes de coral, *Thalassoma bifasciatum*.

Maayat'aan (maya): *Xch'uupul wáaj ka'achil ka suut xiibil. Ku k'expajal u xch'uupil wáaj u xiibil kayo'ob ku kuxtalo'ob ichil chaway Jump'éeel ba'al jach K'a'ana'an ichil kuxtalile' leti' le u yantal nuup yéetel u sijil u mejenilo'ob, ti' u jejeláasil ba'axo'ob kuxa'an yóok'olkaabe' yaan xan jejeláas jak'a'an óolil bixil u sijil yéetel ma' u ch'éjel u ch'í'ibalilo'ob ba'alche'. Ichil u yik'el ja'e' ma' jak'a'an óolil u yantal u k'iinil u mejenilo'ob chéen tu junalo'ob, ma' pak'ili' wa yaan u xch'uupil yéetel u xiibil, wáaj u jóok'ol u jeel keet yéetel wa yaan talamil, wáaj bey xan, u k'expajal xch'uupil ti' xiibil ku yúuchul ichil jejeláas ba'alche'ob, le je'ela' k'ajóolta'an beey reversión sexual; u k'áat u ya'ale', ku sijilo'ob beey xiibe' ts'o'okole' ku suutulo'ob xch'uupilo'ob, wáaj je'elbix suuk u yúuchul ichil kayo'ob kuxa'ano'ob ichil chawayo'ob, peces arrecifales ich káastelan t'aan, ch'uupilo'ob u sijilo'ob ts'o'oke' ku suutulo'ob xiibil. Jump'éeel meyaj jach talam u suutulo'ob le mejen kayo'obo' tumen ku séen ka'ana'alo'ob, ba'ale maas yaan bix u yantal u nuup yéetel u yantal u mejenil, u yantal u jeel je'elbix leti' bey xan ku kaxtik ma' u xu'ulul u ch'í'ibalil.*

**Aantaj t'aano'ob:** u yantal u jeel je'elbix leti', xch'uupul xiib, ku yéeyik u suutul xchuupul wáaj xiib, coralil chawayo'ob wáaj arrecifes, *Thalassoma bifasciatum*.

**Bats'i k'op (tsotsil):** *¿Ba'yet to'ox stots k'un to ne k'atbuj ta sme'? Ba'yet stot k'un to ne xk'atbuj ta sme', jech stalel choyetik nakajtik ta vo'etik ta st'ilal muk'ta nabetik bu oy ep ta chop tsontonetik xchi'uk kuxajtik ep ta chop choyetik*

*Tsots sk'oplal k'alaluk ta jtambetik slo'iltael k'u yelan chijp'ol talel ta jkuxlejtkie, li jch'ieb jk'opojebtike ta xak' sju'elal sventa mu'yukuk spa-jeb xch'ieb k'u to yepal oy ta sba banamil ch'in muk'tik chonbolometike. Ta muk'ta nabetike oy choyetik xu' ta xp'ol talel ta stuk no'ox ak'o mi mu'yukuk oy stot o mi sme' xu no'ox ta xak' yol xchi'uk xu' spas ba ta chib mi jech sk'an xtoke, jech xtok, oy choyetik ti ja' stot k'alaluk ta xvok'e k'un to ne ta xk'atbujik ta sme': jech k'ucha'al sbiintasojik choyetik nakajtik ta sti'ilal muk'ta nabetike. K'alal mi jech xk'ot ta pasel taje ta xil svokolik li choyetike ep ta xljaj li sju'elal, ti mi kuch yu'une ta x-epaj sju'elal sventa xcha'no xak' no'ox yoltake xchi'uk ta x-epaj sju'elal sventa stsak yip ta xkuxlejale.*

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** sju'elal kuxlejaj komem ta totil me'iletik, stot sme' ta jvo' no'ox, st'unelal xchi'il sventa xp'ol talel, vo'etik ta sti'ilal muk'ta nabetik bu oy ep ta chop tsontonetik xchi'uk kuxajtik ep ta chop choyetik, jchop choyetik oy ta sti'ilal muk'ta nab.

**A**l comenzar a explorar los arrecifes de coral, supe que en ellos habita una rica variedad de animales que enriquecen el medio con formas y colores vistosos. Los arrecifes son formaciones biológicas sumergidas cuya base son justamente los corales, los cuales secretan carbonato de calcio, y así poco a poco van creciendo y ramificándose. Estos organismos invertebrados son los ingenieros del ecosistema marino, y sin duda generan las condiciones adecuadas para albergar una gran cantidad de vida.

Como su nombre lo dice, los peces arrecifales se encuentran indisolublemente asociados a ese tipo de hábitat, al menos en alguna de sus etapas. Si algo los distingue es su variedad de formas, hábitos alimenticios y sistemas complejos de organización social que llegan a ser similares a los

de los humanos, es decir, que se comunican entre ellos, interactúan entre sí o con otras especies, se protegen, compiten y en algunos casos cuidan a sus crías. En cuanto a su sistema de reproducción, los peces deben atravesar en ocasiones por procesos de transformación extrema para garantizar su continuidad, de modo que experimentan cambios visibles al ojo humano, como el color y la talla, e incluso otros, como el cambio de sexo. ¿Cómo ocurre un suceso que parece tan sorprendente?

### La reproducción como mecanismo clave

En el reino animal la reproducción es clave para la supervivencia de una especie, por lo tanto, es esencial encontrar pareja para tener descendencia. ¿Qué pasa cuando no existen suficientes hembras o machos? ¿Se

extingue la especie? Por fortuna, la naturaleza nos muestra que no todo está perdido, y existen distintas estrategias reproductivas. Hay animales que se reproducen asexualmente, es decir, que han desarrollado la capacidad de procrear otro organismo idéntico a ellos utilizando un pequeño fragmento de su cuerpo o creando yemas, pero con la desventaja de que la nueva prole es una copia del progenitor sin variación alguna; esto sucede con diversas medusas, estrellas de mar y otros organismos microscópicos.

En muchas especies se dan mecanismos de selección sexual reflejados en sus colores o comportamientos para atraer al sexo opuesto, como ocurre en los peces arrecifales, aunque eso no los libra de importantes desafíos. Además de que su búsqueda de pareja suele volverse difícil, la reproducción de algunos se restringe a sitios específicos, por ejemplo, sobre corales, esponjas o gorgónidos; o por temporadas, como los que se reproducen una vez al año o que migran de un arrecife a otro para encontrar las condiciones adecuadas de temperatura y alimento. También enfrentan los cambios ambientales drásticos y el riesgo de ser depredados. Sin embargo, han evolucionado para conseguir algunas ventajas ante tantos problemas, y la más destacada es la reversión sexual, en otras palabras: el cambio de sexo.

De acuerdo con lo que afirmaban los especialistas Ned DeLoach, Anna DeLoach y



CRISTAL I RAMÍREZ R

Viejita arcoiris, *Thalassoma lucasanum*. Hembras iniciales juveniles y algunas en fase intermedia.

Paul Humann en 2019, esta modificación se presenta en dos formas de reversión. La primera es cuando un pez que nace macho se convierte en hembra, en un proceso llamado *hermafroditismo protándrico*, el cual se observa, por ejemplo, en el robalo (*Centropomus undecimalis*). Y la segunda, que es la más frecuente, se da cuando el pez que nace hembra se transforma en macho, con lo que cambian sus patrones de color, talla, peso, tamaño, así como la coloración de gónadas y niveles de concentración de hormonas. A esto se le llama *protoginia* y se ha registrado en los peces conocidos como viejitas (*Halichoeres bivittatus*, *Thalassoma bifasciatum*, *T. lucasanum*), loros (*Scarus iseri*, *Sparisoma viride*) y ca-brillas (*Cephalopholis cruentata*, *C. fulva*).

En este segundo tipo de reversión, hay tres etapas identificables. Mis observaciones personales constataron las que ya habían hecho Humann y Deloach en 2014 sobre los cambios morfológicos en la viejita (*Thalassoma bifasciatum*). En su primer momento, son pequeñas hembras amarillas con hábitos carnívoros; para protegerse y alimentarse viven en grupos reducidos con otras hembras de la misma talla. En su fase juvenil, les aparecen puntos a lo largo del cuerpo y se modifican sus gónadas; luego aumentan de tamaño y su color se vuelve azul con tonos verdes. La transformación ocurre cuando llega el momento de la reproducción: la hembra más grande y desarrollada del cardumen se convierte en el macho reproductor y dominante. Estos grupos reproductivos sociales son conocidos como "harem".

Podríamos pensar que la reversión se da para siempre, pero no necesariamente



Viejita cara de cotorra o cabeza azul, *Thalassoma bifasciatum*. Harem de hembras iniciales y un macho dominante.

CRISTAL RAMÍREZ R.



Señorita cocinera, *Halichoeres dispilus*. Hembras iniciales juveniles.

CRISTAL RAMÍREZ R.

es así. Lo vemos con el pez ángel tricolor (*Holacanthus tricolor*), que pasa de hembra a macho y después de un tiempo puede volver a ser hembra en caso de perder el control de su harem frente a otro macho.

### Importancia de la reversión sexual

La reversión sexual en ciertas familias de peces arrecifales les da mayor probabilidad de éxito reproductivo, de asegurar la herencia genética y la sobrevivencia de la especie. Pero son cambios que les cuestan demasiada energía, por lo que deben mantener suficientes reservas y alimentarse constantemente para crecer y llevar a cabo metamorfosis tan dramáticas.

Gracias a los cambios de comportamiento, fisiológicos y morfológicos, las hembras

o machos advierten el momento adecuado para reproducirse, y entonces adquieren las conductas específicas para atraer la atención del sexo opuesto, como danzar o pelear con otro macho. Al final, las hembras decidirán con quien aparearse, pero si el elegido no es suficientemente dominante será expulsado del harem como un mecanismo de selección sexual. Entonces ese macho se vuelve solitario y trata de sobrevivir en el inmenso arrecife hasta que vuelva a encontrar a otro grupo de hembras.

Quedan muchos aspectos por investigar acerca de la reversión sexual en peces arrecifales, pero las descripciones ya hechas para los peces loro y las viejitas en México nos permiten conocer de manera importante sus épocas reproductivas, comportamientos, y más datos sobre sus poblaciones; así sabemos que controlan plagas y ectoparásitos<sup>1</sup> en los arrecifes, lo que les confiere una importancia ecológica más allá de ser especies llamativas y carismáticas.

Para finalizar, debemos saber que la reversión sexual no es exclusiva de estos peces, también se observa en babosas marinas, estrellas de mar y corales. Es conveniente destacar que algunas especies son hembra y macho al mismo tiempo y otras optan por la autofecundación, lo que tal vez se deba a que encontrar pareja es complicado en un hábitat tan hostil. La naturaleza presenta soluciones muy diversas para enfrentarse al crucial evento de la reproducción para la supervivencia. 🌀

<sup>1</sup> Los ectoparásitos son organismos que viven a expensas de otro (hospedero). Suelen encontrarse por fuera o encima de sus hospederos y se alimentan principalmente de su sangre, por ejemplo, las garrapatas en los perros, los isópodos en los peces y los balanos en las tortugas marinas.

### Bibliografía

- Deloach, N., Deloach, A., y Humann, P. (2019). *Fish Behavior: Florida, Caribbean and Bahamas* (2a ed.). Jacksonville: New World.
- Humann, P. y Deloach, N. (2014). *Reef fish identification: Florida, Caribbean, Bahamas* (4a ed.). Jacksonville: New World.
- Ross, R. M. (1990). The evolution of sex-change mechanisms in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, (29), 81-93.
- Shapiro, D. Y. (1991). Intraspecific variability in social systems of coral reef fishes. En P. F. Sale (ed.), *The ecology of fishes on coral reefs* (pp. 331-355). San Diego: Academic Press.

# Enseñanzas de una



JOSE CU VICARRA

Pareja de *A. jamaicensis* con su cría.

# madre murciélago

Kinari Romo Hernández y M. Cristina MacSwiney G.

*Resumen: Los padres generalmente hacen lo que sea necesario por el bienestar de sus hijos, y esto no solo aplica para los seres humanos. En el mundo animal, los cuidados parentales van más allá de la alimentación o la protección contra depredadores, y son valiosos esfuerzos de subsistencia. En el caso de los murciélagos, al ser difíciles de estudiar por tratarse de animales voladores de hábitos nocturnos, la tecnología ha ayudado a documentar comportamientos tan complejos como maravillosos: las madres reconocen a sus crías entre miles y a veces hay crianza cooperativa, o les enseñan cómo acicalarse y volar, dónde comer y cuál es el camino para volver a casa.*

**Palabras clave:** aprendizaje social, Chiroptera, comunicación animal, cuidado aloparental, interacción madre-cría.

**Maayat'aan (maya): U ka'ansaj juntúul na' soots'**

Tatatsilo'obe' suuk u betiko'ob tuláakal ba'ax k'a'ana'an uti'al u yutsil kuxtal u paalal, le je'ela' ma' chéen ichil wíiniko'ob ku yila'ali'. Ichil ba'alche'obe', u kanáan tatatsilo'obe' ma' chéen u tséentik wáaj u kanáantik u paalal ti' sajbe'entsil ba'alche'obi', ts'óokole' ba'alo'ob jach k'a'ana'an ti'al kuxtal. Talam u xak'alta'al ti'al xookbil u kuxtal soots' tumen ba'alche'ob ku xik'nalo'ob yéetel áak'ab ku máano'ob, le túumben nu'ukulo'ob meyaj wáaj tecnologíae' ku yáantaj ti'al u yila'al bix u kuxtal le ba'alche'ob ku chu'ucho'obe': na'tsilo'obe' ku k'ajóoltik u paalal ichil séenkech ya'ab soots'ó'ob, kex yaan miles, yéetel yaan máale' ku yúuchul múul ka'ansaj kex ma' u paalali', ku ka'ansa'al xan ti'ob bix u yichkíilo'ob yéetel bix u xik'nalo'ob, tu'ux ku béeytal u janalo'ob bey xan máakalmáak u beejil ti'al u suuto'ob tu yotocho'ob.

**Aantaj t'aano'ob:** múuch' ka'ansaj, Chiroptera, Tsikbal ichil ba'alche'ob, mina'an u kanáan tatatsilo'ob, múul kuxtal na' yéetel u mejenil.

**Bats'i k'op (tsotsil): K'u yelan ta xchanubtasvan li me' sots'e**

Li totil me'iletike xu' no'ox k'usi xutik sventa oyuk slekilal li yalab snich'ontake, li'e ma'uk no'ox jech ta jk'eltik xchi'uk li jch'iel jk'opojetike. K'u yepal oy li chonbolometike, ma'uk no'ox ta xak'be sve'el li yoltake ma'uk no'ox ta sk'el mu xljuk ta ti'el ta yan chonbolometik li yoltake, oy to k'usitik yan tsots sk'oplal. Jech li sots'etike, ak'o mi tsots un jutuk ta xchanel k'u yelan kuxajtik yu'un ti ta xvilik ta ak'ubaltike, oy xa bijjal pikboletik tak'in sventa yilobil k'u yelan stalel kuxajtik li sots'etike: li me' sots'etike xu' ta sta ta st'unel yol ak'o mi kapal ta yantik k'u yepalil bik'tal sots'etik, jech xtok xu' ta skomonta sbaik ta xch'ipel yoltak li me' sots'etike, ta xchanubtasbe yol ta xk'uxubinel sba xchi'uk ta vilel, bu xu' ta xve' xchi'uk ta xchanubtasbe sbe bu xu' ta xvil batel xchi'uk bu ta sut talel ta sna.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** xchanel ta komon, viletel ak'ubal chonbolom, k'u yelan ta sk'opon sbaik li chonbolometike, xch'itesel ta yan chonbolom ma'uk stot sme', k'u yelan nitil tsakal xkuxlejal me'il xchi'uk yol.

**¿**Qué podría enseñarle una madre a un hijo? La pregunta parece simple, pero es muy difícil de responder. El cuidado parental va más allá de proveer alimento, y aunque tendemos a relacionarlo con la atención que las madres brindan a sus crías, en la naturaleza existe más de un tipo de cuidado. Uno de ellos es el biparental, en el que ambos padres se encargan de la crianza, y del que las aves son un ejemplo emblemático. Por otro lado, en algunas especies de anfibios y diversos insectos, son los machos los que se ocupan de esa tarea, que en los insectos no suele ser tan demandante. Lo cierto es que los seres humanos no somos los únicos que invertimos mucho tiempo y energía en el cuidado de nuestra descendencia, lo cual no involucra solo aspectos biológicos sino también sociales.

**Cuidado parental**

El cuidado parental es el conjunto de comportamientos de los padres con los que hacen todo lo posible para que su progenie sobreviva. En este sentido, el conocimiento generado y acumulado a lo largo de la historia puede modificar los comportamientos para que las nuevas generaciones ya no cometan los mismos errores, y esto tiene impacto en la supervivencia. Por ejemplo, en otros tiempos los papás humanos permitían que sus hijos jugaran con un termómetro de mercurio roto, lo cual hoy es impensable por el riesgo que implica para la salud y el ambiente.

Existen varios mamíferos silvestres que presentan aspectos fascinantes en el cuidado parental; si bien conocemos más de algunos, como los primates, y menos de otros, como los murciélagos. Esto ocurre porque los murciélagos son nocturnos, lo que entorpece su observación con luz natural; son voladores, por lo que pueden desplazarse rápidamente lejos del observador, y con frecuencia el acceso a sus refugios resulta complicado, además de invasivo.

Por fortuna, los avances de la tecnología han facilitado su estudio: videocámaras de luz infrarroja, minirrastreadores GPS, micrófonos y sensores de proximidad. Por ejemplo, colocando minidispositivos GPS tanto en madres como en crías, se ha registrado que ellas llevan en sus vuelos a sus bebés,

quienes así se van familiarizando con el entorno. Posteriormente los colocan en árboles específicos como referencia para volver al refugio, y una vez que las crías vuelan de forma independiente usan los mismos árboles y las rutas de vuelo que les enseñaron sus madres; una evidencia imposible de conseguir sin las mencionadas herramientas.

Mantener colonias de murciélagos en cautiverio también ha permitido sostener condiciones controladas en laboratorio, con lo cual se evita que decidan marcharse a donde ya no los podamos observar. Un claro ejemplo son los grupos de murciélagos vampiro (*Desmodus rotundus*) que los investigadores han logrado mantener en cautiverio desde hace décadas, en cuartos grandes con las condiciones climáticas adecuadas y suficiente alimento.



*Desmodus rotundus*, murciélago vampiro común en grupo.

FREDERICO ACÁZ SONNITAG

Los murciélagos son los únicos mamíferos voladores con alrededor de 1,450 especies, adaptación por la que podría suponerse que el cuidado parental difiere del resto de los mamíferos terrestres, no obstante, guardan bastantes similitudes. Salvo excepciones documentadas en especies de murciélagos monógamos, donde ambos padres llevan a cabo el cuidado de las crías, sabemos que más bien son las madres las encargadas de proteger a sus hijos desde la gestación hasta el destete. Este cuidado es determinante porque la mayoría de los murciélagos no son capaces de sobrevivir por sí mismos: las crías nacen desnudas, con los ojos cerrados, y tanto su locomoción como la regulación de su temperatura son limitadas; vaya, no sobrevivirían sin el cuidado materno.

### Reconocimiento madre-cría

El reconocimiento madre-cría ha sido observado en un tipo de agregación llamado "colonias de maternidad". Son agrupaciones temporales de hembras que se reúnen para dar a luz y amamantar a sus crías hasta que estas puedan conseguir su propio alimento. Hay colonias enormes, como las del murciélago magueyero menor (*Leptonycteris yerbabuena*) con hasta 10 mil individuos; lo más extraordinario es que cuando las madres vuelven al refugio, logran diferenciar a sus crías ¡entre miles! por su olor y sonidos, en tanto que los bebés también reconocen los llamados de sus progenitoras. Lo que no se ha observado es la cooperación entre hembras o la adopción de crías si la madre muere.

Otra especie en la que de igual modo se ha verificado el reconocimiento entre madre y cría es el murciélago de cola libre (*Tadarida brasiliensis*); la sorpresa es mayor si consideramos que dicha especie forma agregaciones de millones de individuos. Estos murciélagos son notables por su rapidez y por la altura de su vuelo; alcanzan velocidades de 160 km/h y llegan a volar a 3 mil metros desde el suelo; además, realizan migraciones de Estados Uni-



*Tadarida brasiliensis* en vuelo.

dos a México, recorriendo distancias de cerca de 2 mil km.

### Cuidado aloparental en la crianza cooperativa

Las madres murciélago presentan comportamientos similares a las humanas, por

ejemplo, existen madres nodrizas que amamantan y cuidan crías que no son suyas. Esto ocurre en especies insectívoras como la ya mencionada *T. brasiliensis* y el murciélago crepuscular americano (*Nycticeilus humeralis*). El cuidado aloparental, o cuidado de otras crías, se ha explicado desde varias razones, entre ellas que las madres que perdieron a sus hijos no se queden con el exceso de leche, o porque este cuidado es beneficioso para la sobrevivencia de la especie. Es una práctica que también se ha visto en cautividad en dos de las tres especies de murciélagos hematófagos (que consumen sangre): en el vampiro común (*Desmodus rotundus*) y en el vampiro de patas peludas (*Diphylla ecaudata*).

La cooperación dentro de los grupos del murciélago vampiro *D. rotundus* puede involucrar el hecho de compartir comida y practicar la crianza cooperativa, misma que abarca numerosos comportamientos, desde parejas criadoras con ayudantes hasta múltiples machos y hembras cuidando colectivamente a los pequeños. El murciélago vampiro es una especie con fuertes lazos sociales, y aun cuando deben cam-

Los murciélagos emiten diversas voces o llamados para comunicarse y para situarse físicamente, pues localizan su alimento y reconocen el medio geográfico mediante la ecolocalización: emiten sonidos cuyas ondas rebotan y regresan a ellos, brindándoles muchos datos. En la versión digital de *Ecofronteras* (número 75, <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco>) podemos escuchar llamados de dos especies: *Promops centralis* y *Saccopteryx bilineata* grabados por una de las autoras de este texto, Cristina MacSwiney, con un detector ultrasónico. Se necesita un equipo especial para escucharlos pues están fuera de nuestro rango auditivo; se grabaron con expansión de tiempo de 10x, es decir, que los sonidos están alentados 10 veces para poder apreciarlos mejor. Ambos murciélagos son insectívoros y están buscando comida; las voces de *P. centralis* son de menor frecuencia y de mayor duración, y vuela en áreas abiertas, mientras que *S. bilineata* tienen llamados alternados de menor frecuencia y busca su alimento en sitios de borde (entre vegetación y espacios abiertos).



*Saccopteryx bilineata*

biar de refugio debido a que su hábitat se ve afectado por alguna razón, las hembras mantienen sus interacciones. Estas madres, igual que las del murciélago lengüetón (*Glossophaga soricina*), les regurgitan alimento a sus crías; sangre en el caso del vampiro y néctar en el del murciélago lengüetón. Hasta el momento son las únicas dos especies en las que se ha reportado un comportamiento así.

### Aprendizaje social

Las interacciones entre las madres y crías de murciélago son determinantes para la supervivencia de las segundas; las madres les proveen alimento, les enseñan a asearse, a volar y les transmiten información acerca de dónde y qué comer, entre otras cuestiones. En los estudios de estos mamíferos se han registrado diversas conductas a las que les había faltado mayor demostración, por ejemplo, la descripción de Simon Ripperger y otros investigadores, en 2019, respecto a cómo una madre guiaba a su cría para cambiar su sitio de descanso (percha).

Por otro lado, las investigaciones de Yossi Yovel sobre el murciélago egipcio de la fruta (*Rousettus aegyptiacus*) han esclarecido cómo en los grupos sociales existe una comunicación compleja. Y que más allá de contar con un repertorio vocal innato, los pequeños aprenden a comunicarse gracias a un aprendizaje social por parte de las madres u otros individuos del grupo. Así es como desarrollan un repertorio vocal muy amplio para avisar dónde está el alimento, dónde dormir o con quién podrían



*Glossophaga soricina* tomando néctar de flores de plátano.

intentar copular en etapa adulta. Todo esto añade nuevos conocimientos en el campo de la “biología del comportamiento”.

Finalmente, este tipo de estudios nos da la oportunidad de empatizar y mirar más amablemente a animales que no son tan apreciados, como ocurre con los murciélagos, en especial por sus hábitos alimenticios de consumir sangre. Pero recordemos que solo hay tres especies hematófagas de entre las más de 1,450 que se conocen, mientras que las demás se alimentan de

insectos, frutos, néctar y pequeños vertebrados. E incluso esas pocas especies hematófagas pueden ser sujetas de planes de manejo adecuados cuando propician algún tipo de afectación, por ejemplo, en sitios donde hay ganado. Lo revisado en este artículo nos da suficiente evidencia de que los murciélagos son un grupo atractivo para realizar estudios de comportamiento, no solo porque presentan una amplia variedad de sistemas sociales, sino también por sus interacciones complejas.

### Bibliografía

- Iñarritu, B. (2014, 3 de noviembre). La maternidad para un pequeño murciélago migratorio. *La huella del Jaguar* [blog]. <http://blogs.ciencia.unam.mx/lahuella/2014/11/03/la-maternidad-para-un-pequeno-murcielago-migratorio/>
- Redacción. (2016, 28 de diciembre). Los secretos de las conversaciones de los murciélagos que los científicos acaban de develar. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38452202>
- Ripperger, S., Günther, L., Wieser, H., Duda, N., Hierold, M., Cassens, B., Kapitza, R., Koelpin, A., y Mayer, F. (2019). Proximity sensors on common noctule bats reveal evidence that mothers guide juveniles to roosts but not food. *Biology Letters*, 15(2). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0884>

Kinari Romo Hernández es egresada de la Universidad Veracruzana (México) | [kinnromo@gmail.com](mailto:kinnromo@gmail.com) | <https://orcid.org/0000-0003-0724-6647>

M. Cristina MacSwiney G. es investigadora en el Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana (México) | [cmacswiney@uv.mx](mailto:cmacswiney@uv.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-9007-4622>

# Los reptiles

## son buenos padres



HUMBERTO BAHENA

Mariana González-Solórzano y Jorge E. Morales-Mávil

*Resumen: Todos los ambientes pueden ser hostiles, así que las especies animales hemos desarrollado estrategias de supervivencia para la continuidad genética, y una muy importante es el cuidado parental. En la vida de los "fríos" reptiles ese comportamiento, cuando sucede, quizá no sea tan complejo como en las aves o los mamíferos, y puede ser sumamente breve, aunque esto no lo hace menos importante. Además de buscar sitios adecuados para depositar sus huevos, diversos reptiles regulan algunas condiciones del nido, lo protegen de depredadores y atienden a las crías durante su eclosión y en sus primeros días. Si consideramos el costo energético que invierten, sabremos entonces que también son buenos padres.*

**Palabras clave:** crianza, cuidado parental, procreación, continuidad genética, Reptilia.

**Maayat'aan (maya): Ma'alob tatatsilo'ob le ba'alche'ob ku jiltikubáajo'ob lu'um wáaj reptiles'obo'**

Tuláakal kúuchilo'ob ku béeytal u suutul sajbe'entsil, lebetik jejeláas ch'í'ibal ba'alche'ob ts'ó'ok k kanik bix k kuxtal uti'al ma' k ch'e'jelo'on, jump'éeel ba'al jach k'a'ana'ane' u kanáanil tatatsilo'ob. Ichil u kuxtal "sís" ba'alche'ob ku jiltikubáajo'ob lu'ume' le ba'ala', le kéen úuchuke', ma' jach talam wa kek ketik yéetel le ku yúuchul ichil ch'í'ich'ó'ob wáaj le ba'alche'ob ku chu'ucho'obe', ts'ó'okol xane' ma'táan u jach xáantal, ba'ale' ma' u k'áat u ya'ale' ma' k'a'ana'ani' wáaj mixba'al u biilal. Ku kaxtiko'ob ma'alob kúuchil tí' u ts'áajiko'ob u je'ob, jejeláas ba'alche'ob ku jiltikubáajo'obe' ku xak'altiko'ob yéetel ku kanáantiko'ob u k'u'ob, ku ch'uktiko'ob ma' u náats'al u jeel ba'alche'ob jantik, bey xan ku táan óoltiko'ob u mejenil wa xan táan u top'olo'ob yéetel wajayp'éeel k'iin táantik u jóok'olo'obe'. Wa kek mansik k tuukul buka'aj meyajil le ku betiko'ob tí' le kanáano'oba', ku béeytal xan k a'alike' ma'alob tatatsilo'ob.

**Aantaj t'aano'ob:** tséent, u kanáan tatatsilo'ob, u yantal u mejenil, ba'alche'ob ku jiltikubáajo'ob lu'um.

**Bats'i k'op (tsotsil): Li kiletel chonbolometike ja'ik lekil totil me'iletik**

Buuk no'ox kuxajtik li bik'it muk'tik kiletel chonbolometike xu' ta xljaj no'ox ta stojolal yan jti'bal chonetik, ja' yu'un ti k'u yepal oy ta stekelal li chonbolometike ta xchanik talel k'u yelan ta spoj sbaik sventa mu xljaj o li skuxlejajlike, ja' yu'un tsots sk'oplal ta xch'iesel yoltak li totil me'iletike. Stalelal li "sikal" kiletel chonbolometike mu xko'olaj stalelal xkuxlejaj jech k'ucha'al li mutetike, li kotkunel chonbolometike, ta xjel o no'ox un jutuk, li'e mu sk'an xal ti mu tsotsuk sk'oplale. Li kiletel chonbolometike ta sa' lek snailal bu xu' ta snak' lek li stontake, jech xtok oy jtsop kiletel chonetik ti ta sk'elik smeltsanik lek ba'yel stasike, xchi'uk ta xchabiik lek mu xljajuk ti mi oy bu tal jti'bal chonbolometike, jech xtok k'alaluk mi xvok' xa tal yoltak ta stone ta sk'elik xchabiik lek li yoltake. Jech mi xkich'tik ta muk' yabtel li totil me'iletik kiletel chonbolometike taj tsos sk'oplal. Ja' yu'un ti lekil totil me'iletike.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** Xch'iesel, sch'ipel yu'un totil me'il, sp'olesel skuxlejaj, kiletel chonbolometik.

Como la palabra "reptil" alude a criaturas rastreras, de sangre fría y en ocasiones peligrosas, muchas veces asociamos estas características con una condición negativa y terminamos considerando a los reptiles como calculadores, fríos y sin sentimientos. ¡Pero no nos dejemos engañar, y más aún cuando estos vertebrados se convierten en padres y madres! Tienen una faceta protectora y dulce debajo de esa piel escamosa, y asumen la desafiante y compleja tarea de proteger a sus crías, las cuales llevarán su información genética, es decir, que tendrán características y comportamientos afines a sus padres, y la transmitirán de generación en generación.

Existen diversos factores que dificultan la posibilidad de que los organismos dejen descendientes, así que requieren desarrollar estrategias para aumentar las oportunidades de que su linaje genético perviva. Una de estas estrategias es el cuidado parental, el cual se define como cualquier comportamiento que contribuya y favorezca a la supervivencia de los hijos. En el caso de los reptiles, hay polémica en cuanto a si esto se da o no, ya que en la mayoría de sus especies las crías son precociales, es decir, que se valen por sí mismas desde que nacen; pueden ver, oír e incluso moverse por su propia cuenta, y se incorporan a la vida adulta en pocos días. Sin embargo, en algu-

nos grupos los padres defienden a sus crías con garras y dientes, aun cuando esto no dura mucho y a veces dejan de cuidarlas antes de que sean del todo independientes.

**¿Qué tan buenos padres son los reptiles?**

Para contestar esta pregunta, es importante saber que gran parte de los reptiles son ovíparos, de modo que el desarrollo de los embriones ocurre dentro de huevos que se depositan en el medio exterior, y alrededor del 97% de los padres abandonan su nidad. Esta es la causa de que se crea que el cuidado parental en reptiles no existe; sin embargo, se ha considerado que la se-

lección del sitio y la construcción del nido podrían ser una manifestación de ello. Por otro lado, unas pocas especies son ovovivíparas, de forma que, aunque la etapa embrionaria se lleva a cabo en el huevo, este permanece en el cuerpo de la madre hasta que las crías "nacen"; diversos especialistas suponen que también se trata de una estrategia de protección.

Entonces, sin tomar en cuenta la modalidad de su reproducción (oviparidad u ovoviviparidad), los reptiles tienen tácticas con las que aumentan la probabilidad de que su descendencia sobreviva. Podemos decir que son buenos padres, aunque su tipo de cuidado parental sea menos complejo que



Cría de cocodrilo de pantano.

HUMBERTO BAHENA

el de otros animales, como los mamíferos, cuyas hembras llevan a los embriones en su vientre y las cuidan durante un tiempo después de que nacen (a veces hay intervención de los machos); o las aves, que se esmeran en construir nidos acogedores para depositar sus huevos, incubarlos y ocuparse de un extenso cuidado de los polluelos, incluyendo su alimentación, defensa y protección, así como enseñarles a volar y brindarles herramientas para su supervivencia.

Las formas de protección de los padres y madres reptiles (sobre todo ellas) abarcan desde el suministro de energía y nutrientes para el embrión, hasta la alimentación de los recién nacidos. A continuación explicaremos cómo se dan estos comportamientos a partir de la puesta de huevos u ovoposición, lo cual se resume en tres puntos.

► *Asistencia al nido.* Esto se refiere a la hidratación de los huevos y la regulación de la temperatura dentro del nido, debido a que los reptiles son animales ectotermos (necesitan del ambiente para regular su temperatura corporal), a diferencia de las aves o mamíferos que son endotermos (su temperatura se autocontrola aun cuando en el medio haya frío o calor). Este aspecto influye en muchos reptiles para la asignación del sexo: cuando los huevos se incuban a más de 30 °C las crías suelen nacer hembras, pero a menos de 30 °C nacen machos.



Cocodrilo de pantano.

Además, las madres revisan el nido continuamente para asegurar que todo se encuentre en orden y los huevos no se sofoquen con el calor extremo o se resequen por la falta de humedad.

► *Protección de nidos o huevos.* En general son las madres las que permanecen ocultas cerca del nido para defenderlo, y actúan agresivamente para alejar a otras hembras o machos que representen peligro; esto se observa bastante en ciertas especies de lagartijas. Los huevos y los reptiles recién nacidos son protegidos no

solo de depredadores, como perros o mapaches, sino también de individuos de la misma especie.

► *Protección y atención a las crías.* Uno de los padres permanece cerca del nido para ayudar a las crías a romper el cascarón cuando llega el momento y reducir la mortalidad por asfixia; es el caso de los cocodrilos, que siempre están al pendiente de los nidos, y cuando las crías comienzan a emitir chillidos para anunciar su nacimiento, acuden de inmediato. Este cuidado también se observa cuando los padres les brindan alimento durante los primeros días de su vida o los transportan a otro lugar si los bebés están en riesgo.

## ¿Qué tan difícil es ser padre?

Los beneficios del cuidado parental muestran sus resultados a corto plazo con una mayor supervivencia de las crías. Los padres aumentan su protección en ambientes inestables, como los cocodrilos y algunas especies de serpientes que emplean su energía para regular el ambiente y aumentar así el éxito de los nacimientos cuando hay problemas con el oxígeno, la humedad o la energía térmica. Por ejemplo, si el nido se encuentra muy expuesto al sol o si el sustrato usado para la elaboración del nido no mantiene la humedad óptima, las madres mojan sus cuerpos y luego reposan sobre los nidos para que el agua escurra y humedezca los huevos; asimismo, al construir y cerrar el nido, se aseguran de que la tierra u otros materiales no queden demasiado compactos sobre los huevos a fin de que el oxígeno pueda circular.

A largo plazo, esto influye en la calidad de vida de la progenie, ya que los individuos nacidos y mantenidos en buenas condiciones obtienen ventajas a futuro sobre su adecuación biológica, es decir, en la capacidad de un organismo para reproducirse y dejar descendencia, la cual a su vez tendrá nueva descendencia y así sucesivamente. No obstante, hay costos para los progenitores. Uno es la depredación, debido a que bajan la guardia mientras cuidan a sus crías, o



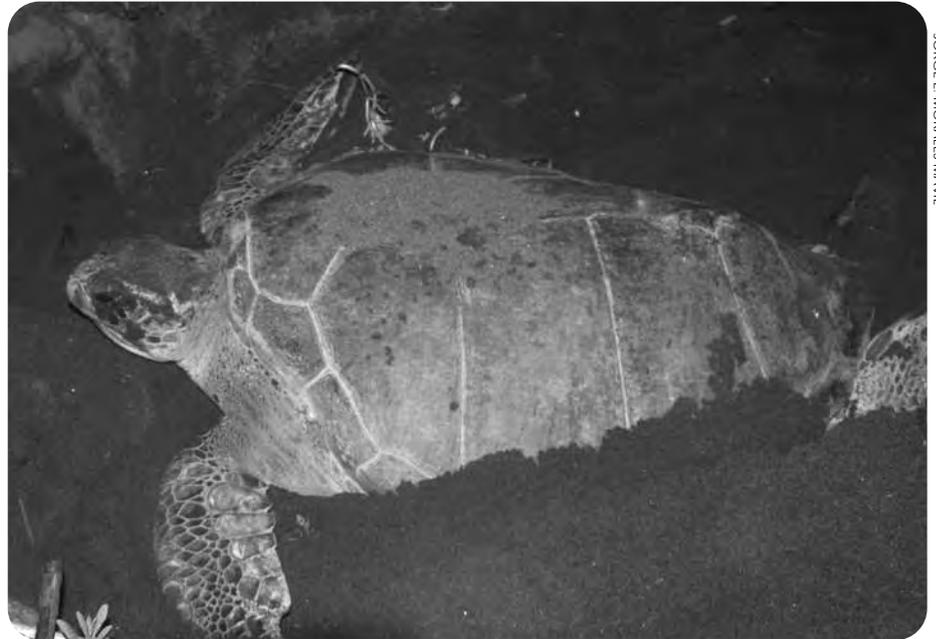
Eslizones pardos saliendo del huevo.

por debilidad, pues disponen de poco tiempo para alimentarse. Incluso podrían ver afectado el éxito de su reproducción a futuro, como se aprecia en el ejemplo de una hembra de cocodrilo de pantano que construye un nido con ramas, hojas y tierra en forma de montículo, y deposita sus huevos en el interior; pero como estos nidos con apariencia de "cerrito" son fáciles de detectar, ella se dedica a vigilarlos y defenderlos, quedándole poco tiempo para nutrirse, así que al terminar el cuidado de sus huevos o crías, no recupera del todo la energía y fuerzas para la siguiente etapa de reproducción.

Por otra parte, se han documentado en algunas especies de reptiles otros comportamientos extraños pero interesantes. Por ejemplo, las lagartijas hembras del género *Liolaemus* y *Phymaturus* (lagartos sudamericanos) protegen a sus huevos durante un tiempo largo; sin embargo, si las serpientes u otros depredadores entran con frecuencia en el nido, las mamás prefieren comerse sus propios huevos, y así por lo menos recuperan parte de la energía consumida durante la reproducción. En esta situación, el costo del cuidado (pérdida total de la nidada) se compensa con los beneficios del canibalismo filial (recuperación de la energía potencialmente perdida).

Otro aspecto es la elección del sitio adecuado para los nidos; dada su importancia, las áreas de anidación suelen ser utilizadas varias veces por las mismas hembras o por otras de la misma especie, ya que son espacios con las características ideales para maximizar el éxito del nacimiento. Esto lo realizan en particular las tortugas marinas; una vez que encuentran en la playa un buen sitio en el que sea fácil cavar y donde el gra-

Los reptiles son un grupo de animales vertebrados conocidos por ser ectotermos, es decir, que necesitan de las condiciones del ambiente para regular su temperatura corporal. Su piel es seca y áspera, formada con base en escamas que les brindan protección. Se desplazan reptando, lo que significa que se mueven arrastrando el vientre, como lo hacen las serpientes, iguanas o lagartijas, aunque las tortugas y cocodrilos tienen patas erguidas. La mayoría son terrestres y hay algunas especies acuáticas, por ejemplo, las tortugas marinas. Solemos asociarlos a zonas con presencia de cuerpos de agua, como lagos o pantanos, pero realmente habitan en una gran diversidad de ecosistemas, especialmente cálidos.



Tortuga verde.

JORGE E. MORALES MÁVIL

no de arena permita la óptima oxigenación, temperatura y humedad, tienden a regresar al mismo lugar año tras año para depositar sus huevos.

También existe la denominada "puesta de huevos comunal", registrada en algunas iguanas y serpientes, las cuales construyen sus nidos junto a los de los cocodrilos. Esto podría deberse a que el cuidado de los nidos por múltiples madres brinda mayor pro-

tección y reduce el riesgo de depredación, o bien, que la presencia de los cocodrilos atemoriza e intimida a los depredadores.

Como podemos apreciar, el cuidado parental en los reptiles no ocurre siempre o a veces es de muy corta duración; es un comportamiento adaptativo que les permite a los padres maximizar los esfuerzos, obteniendo resultados positivos para darle continuidad a su legado genético. 🐢

## Bibliografía

- Deeming, D. C. (2004). *Reptilian incubation: Environment, evolution, and behaviour*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Royle, N. J., Smiseth, P. T., y Kölliker, M. (2012). *The evolution of parental care*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Peláez del Hierro, F., Fidalgo de las Heras, A., Sánchez-Rodríguez, S. M., y Caperos-Montalbán, J. M. (2014). Etología del cuidado parental: evolución, conducta y mecanismo. En S. Sánchez-López (coord.), *Etología: la ciencia del comportamiento animal* (pp. 378-419). Barcelona: UOC.



# MIRANDO AL SUR

CESAR CANICHE

•• La polinización es fundamental en el equilibrio de los ecosistemas y para mantener la producción de alimentos de consumo humano. Alrededor del 35% de los cultivos agrícolas en el mundo dependen de animales polinizadores; los insectos, sobre todo las abejas, son los más importantes, pero hay otros, como los colibrís y los murciélagos.

•• La mayoría de los murciélagos en México habitan en zonas tropicales, y muchos se concentran en Oaxaca y Chiapas. De las 137 especies del país, 15 son endémicas (solo se encuentran aquí), y casi 40 están en alguna categoría de peligro de extinción. Un problema que enfrentan es el ataque humano a sus refugios, especialmente cuevas.

•• La estivación, letargo o adormecimiento es una estrategia de supervivencia que usan animales muy variados: lombrices, caracoles, cangrejos, peces, aves y algunos mamíferos, además de reptiles y anfibios, para los que resulta fundamental si hace mucho calor o sequía, pues no pueden regular su temperatura corporal.

•• México es el segundo país en diversidad de reptiles, después de Australia, y tiene tres de sus cuatro órdenes: cocodrilos, lagartos y serpientes, tortugas (el cuarto son los tuátaras). Los cocodrilos y tuátaras dejan el huevo como machos o hembras según la temperatura experimentada en su desarrollo embrionario; el sexo de las serpientes se determina por cromosomas en la concepción, y en lagartos y tortugas se dan ambos mecanismos.

•• En el Caribe mexicano existen unas 577 especies de peces. En el arrecife de coral, un hábitat muy frágil, se caracterizan por la variedad de sus colores y formas, así como por algunas adaptaciones de conducta, como alimentarse de parásitos que otros peces tienen externamente, y así los limpian. Varios son territoriales y protegen sus huevos.

PEDRO XUI

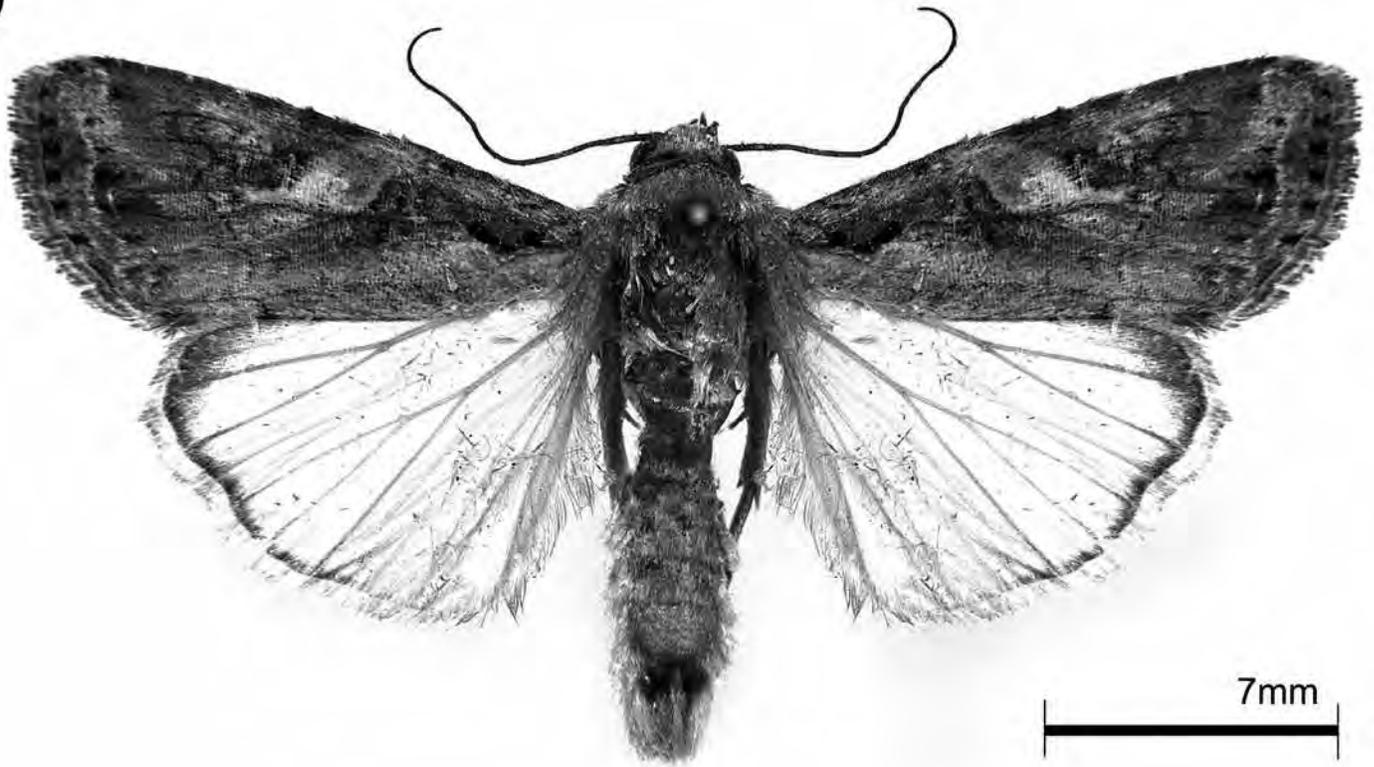
ANNA HORVATH

HUMBERTO BAHENA

HUMBERTO BAHENA

Fuentes: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología A.C., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

# Cuando el amor mata:



SALVADOR HERNANDEZ

Macho de *Spodoptera frugiperda*, adulto del gusano cogollero.

## la feromona sexual del gusano cogollero

Edi A. Malo y Julio C. Rojas

*Resumen: La ciencia nos ha develado aspectos fascinantes respecto a la comunicación química de los insectos, un ejemplo es cómo, mediante la detección de feromonas a distancias asombrosas, encuentran al sexo opuesto para reproducirse. Un uso práctico de este conocimiento es que podemos monitorear y trampear masivamente a los insectos dañinos en la agricultura, algo muy valioso para alimentos que quizá ahora mismo están en nuestra mesa. En tal sentido, el desarrollo de compuestos feromonales sintéticos para el manejo del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, junto con trampas útiles y económicas, es una buena noticia para el cultivo del maíz en México.*

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, plaga, atrayente sexual, trampas, maíz.

**Maayat'aan (maya): Le kéen kíinsanak yaakunaj: u book tí'al u kaxtik u nuup xnook'olil nal**

Cienciae' ku ye'esik to'on ya'ab jak'a'an óolil ba'alo'ob tuyóok'olal t'aan ichil yik'elo'ob chéen yéetel u bookil, k'ajóola'an xan beey comunición química, je'elbix kex jach táaj náach yaan le yik'elo' ku yu'ubik u book u nuup wáaj u feromonas, ku kaxtik u nuup uti'al u yantal u mejenil. U k'ajóolalil le beya' ku yáantaj tumen yéetel ku béeytal u ch'uukta'al bey xan u tuusa'al ya'abkach yik'elo'ob ku loobiltiko'ob u meyajil k'áax wáaj páak'al, le je'ela' jump'éeel ba'al jach k'a'ana'an tí'al u meyajta'al janalbe'enba'alo'ob mi te' súutuka' tí' yaano'ob yóok'ol k mayake'. Lebetike', u meyajta'al u book wáaj le k'ajóola'an beey compuestos feromonaes tumen wíiniko'ob uti'al u ch'uukta'al u xnook'olil nal k'ajóola'an xan beey gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, yéetel u yáantaj xan ma'alob nuup'o'ob ma' ko'ojtaki', jump'éeel ba'al jach ma'alob tí'al u páak'alil nal tu noj lu'umil México.

**Áantaj t'aano'ob:** Spodoptera frugiperda, u séen yantal yik'elo'ob jantik páak'al, bookil u nuup, nuup'o'ob, nal.

**Bats'i k'op (tsotsil): K'alaluk ta xmilvan li k'anele: yik' sventa snupan sp'olesbaik li chanul cogollero**

Li bijjal xchanel vune ta xak' ta ilel ta jsatik k'u yelanil ta sk'opon snupsbaik li bik'tal chonetike, jech k'ucha'al li'e, xu' ta xa'isbaik ta yik' no'ox ak'o mi nom sk'el'oj sbaik, jech ta sta sbaik ta stot sme' sventa sp'olesbaik. Ti bijjal chanel vune ta xal smelol xu' ta xich' tunesel sventa chich' ik'el talel xchi'uk stsakel li bik'tal viletel pepenetike, ti ja' ta smil li ts'unobaletike, ti tsots sk'oplal yu'un ja' li jve'eltik ti lamucha ja' lechel ta jmexatik ta ora li'e. Ti smelolal taje, ti yik' li bik'tal chonetike pasbil xa ta poxiletik sventa xich' stuk'ulanel li xchanul li ajane chanul cogollero sbie, Spodoptera frugiperda, xchi'uk yantik stunesobil sventa stsakel bik'tal chonetik tsulul no'ox stojole, taje ja' lekil a'yej yu'un ta xtunan sventa lek ta xch'i tal li ixim ta México.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** xchanul ajan, bik'tal viletel pepenetik, yik' sventa snupsbaik sp'olesbaik, stunesobil sventa stsakobil, ixim.

**A** diferencia de los humanos que somos criaturas muy visuales, los insectos suelen usar el olfato para muchas actividades, como localizar su comida, encontrar pareja o evitar enemigos. La búsqueda de pareja muchas veces es desencadenada por feromonas sexuales, las cuales están constituidas por una mezcla de compuestos volátiles (olores) liberados al ambiente por la hembra o el macho, dependiendo de la especie, para atraer al sexo opuesto. Por ejemplo, las hembras de las mariposas nocturnas, también llamadas palomillas o polillas, liberan durante la noche una feromona que se dispersa con el viento. Cuando los machos la detectan, vuelan en zigzag hasta encontrar la hembra a la que cortejan agitando sus alas; ella quizás aceptará a alguno.

Los machos perciben la feromona mediante sus antenas (la nariz en los insectos) y pueden volar varios cientos de metros siguiéndola. Para comprender mejor la magnitud de esta distancia, consideremos que si el macho mide 1 cm y la hembra está a mil veces el largo de su cuerpo, él tendrá que viajar 10 m; imaginemos lo que implica un viaje mucho más largo para un animal tan pequeño. Una vez apareadas, las hembras detectan los compuestos volátiles de las plantas que funcionan como hospedadoras, van hacia ellas y allí depositan sus huevos. Esto es fascinante, pero ¿tiene al-

guna aplicación práctica descifrar la comunicación química de los insectos?

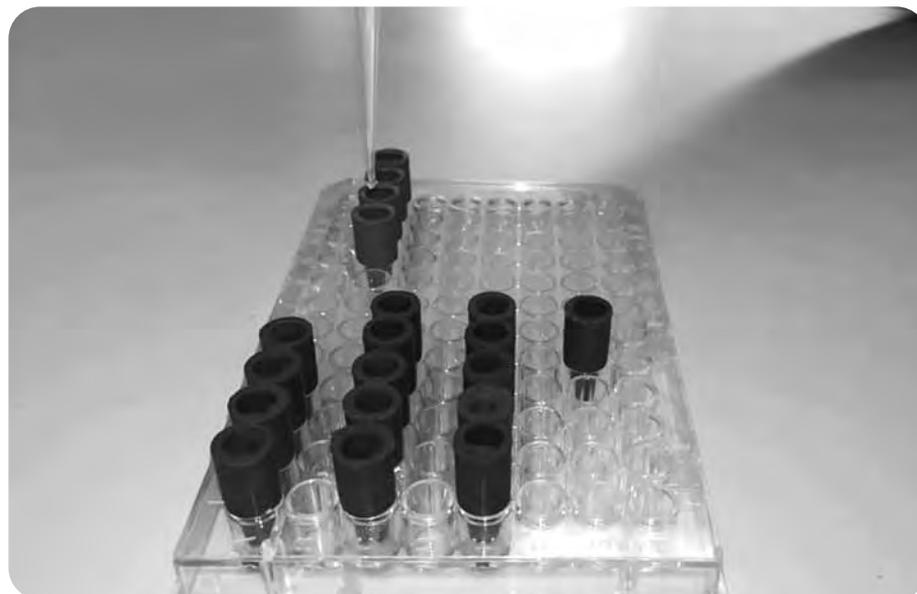
**Feromonas para controlar insectos plaga**

A mediados de la década de 1960 se identificó la primera feromona sexual de un insecto de importancia agrícola, algo que ocurrió poco después de publicarse *La primavera silenciosa* de Rachel Carson. Al alertar sobre el daño de los pesticidas a los humanos y al ambiente, esta autora despertaba la conciencia ecologista de muchas personas. Fue en tal contexto que se consolidó la idea de usar las feromonas como una alternativa a los insecticidas. Se alentó

entonces la identificación de feromonas de muchas especies de importancia agrícola y forestal, con el fin de usarlas en el manejo de las especies dañinas. Actualmente se utilizan para monitorear poblaciones de insectos plaga o en estrategias de control, como el trapeo masivo o la confusión sexual.

En el monitoreo o el trapeo masivo, las feromonas sintéticas se depositan en un septo de caucho (fig. 1a) o una membrana conocida como cebo feromonal, que se coloca en una trampa. Se dispersan en el ambiente y eso atrae a los machos, los cuales se capturan en la trampa con un pegamento o una solución jabonosa, y mueren. En la estrategia de confusión sexual,

Figura 1a.



ANTONIO SANTESEBÁN

Figura 1b.



SYLVIA ROSAS

una alta concentración de feromonas se libera mediante dispensadores en el cultivo (fig. 1b), y esto dificulta que los machos encuentren a las hembras para reproducirse. Hoy existen diversas compañías que comercializan estos compuestos ligados a una gran variedad de insectos plagas.

En nuestro laboratorio, en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), investigamos la comunicación química de los insectos tropicales, lo que incluye la identificación de feromonas y atrayentes para usarlos en el manejo de especies dañinas. Uno de nuestros modelos de estudio es el gusano cogollero, larva de la palomilla *Spodoptera frugiperda*, que se encuentra desde Esta-

dos Unidos hasta Argentina, aunque hace poco se introdujo por accidente en África, Asia y Oceanía. Las larvas se alimentan de más de 300 plantas, y muchas son cultivos tan importantes como el maíz, el arroz, la caña de azúcar, el sorgo, el cacahuate, el algodón, la soya y los pastos forrajeros, entre otros (fig. 2).

En México se controla sobre todo con insecticidas sintéticos; sin embargo, su uso inadecuado ha provocado la resistencia del animal a algunos de esos productos, además de causar daños al ambiente y a la salud humana. Las pérdidas que ocasiona en el maíz son muy altas, incluso la mitad de una cosecha puede quedar afectada.

### La feromona de ECOSUR

La feromona sexual de *S. frugiperda* se identificó y sintetizó inicialmente en Estados Unidos, y se determinó que se constituye de tres compuestos; a partir de eso, varias compañías comercializan algunas fórmulas para el monitoreo de machos del gusano cogollero en campos de maíz. Al evaluar a algunas de ellas en México, se encontró que las capturas de los machos eran muy inconstantes, quizá porque las hembras emiten menos o más compuestos que sus congéneres de Estados Unidos (variación cualitativa), o bien, porque liberan los mismos componentes feromonales, pero en diferente proporción (variación cuantitativa). Cualquier cambio haría que los machos de las poblaciones

Figura 2.



FABIOLA ROQUE

mexicanas no reconozcan las formulaciones hechas en Estados Unidos.

Esto nos llevó a reanalizar la feromona sexual de *S. frugiperda*, y comenzamos por coleccionar larvas en maíz de varias zonas del país: Chiapas, Yucatán, Campeche, Veracruz, Morelos, Michoacán, Jalisco y Sinaloa. Al transformarse en pupas presentan dimorfismo sexual (diferencias externas entre hembras y machos), así que fue posible reconocer a las hembras y separarlas, y cuando emergieron disecamos la glándula feromonal o colectamos con un material adsorbente<sup>1</sup> los compuestos liberados por ellas. Los extractos se examinaron con técnicas especializadas y su actividad biológica se estudió en el laboratorio y en campo. Encontramos que los insectos en México liberan los tres compuestos identificados antes, pero solo dos de ellos son cruciales en la atracción de organismos del sexo opuesto.

Con esta información evaluamos la efectividad de la mezcla de los dos compuestos en la captura de machos en diferentes

El gusano cogollero es nativo de las regiones tropicales y subtropicales de América, pero en 2016 invadió África, donde ahora se ha establecido en 44 países. En 2018 se le encontró en Asia, y en 2021 se le detectó en Australia. Lo más probable es que su arribo a África se debió al comercio. Desde ahí se pudo desplazar volando al desarrollarse como polilla en su etapa adulta, dado que puede viajar hasta 700 km. Su ciclo inicia cuando una hembra apareada deposita masas de hasta 600 huevos en las hojas de las plantas. Al eclosionar, las larvas se dispersan por el viento a plantas vecinas, donde se alimentan de las hojas y de la yema apical de la planta hasta alcanzar su última etapa larval. Cuando esto sucede, se dejan caer al suelo y ahí se convierten en pupas. Días después emergen los adultos; entonces, cuando la hembra alcanza 2 o 3 días de edad, empieza a liberar la feromona para atraer al macho, reproducirse y comenzar de nuevo el ciclo, que dura de 30 a 40 días, según las condiciones climáticas.

<sup>1</sup> La *adsorción* es un fenómeno físico, como cuando una esponja de cocina absorbe agua; en cambio, la *adsorción* es un fenómeno químico, por ejemplo, los compuestos volátiles liberados por la hembra del gusano cogollero y que son arrastrados por el aire, quedan ligados a la materia adsorbente mediante un enlace químico.

sitios. Los resultados fueron muy alentadores, ya que la mezcla feromonal que habíamos formulado resultó ser bastante útil. Además, es más barata que las de Estados Unidos y Europa, así que se ha posicionado en el mercado nacional y es conocida como la feromona de ECOSUR. Recientemente transferimos este conocimiento a la Cooperativa de Productores de Semilla de Occidente, S. C. L., de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, empresa que la comercializa en México (fig. 3).

Además del cebo feromonal, la trampa es indispensable en el éxito de cualquier sistema de monitoreo o trapeo masivo. Hemos evaluado varias trampas comerciales, y la mejor (*Heliothis Scentry*) cuesta aproximadamente cien dólares americanos, un precio alto considerando también que

Figura 3.



FABIOLA ROQUE

Existen varias técnicas para aislar las feromonas; en nuestro trabajo con *S. frugiperda* usamos dos con hembras sexualmente maduras. En la primera, las glándulas productoras de la feromona sexual, que se encuentran en la parte final del abdomen, fueron disecadas y depositadas en un disolvente para extraer los compuestos de interés. En la segunda, las hembras fueron colocadas en recipientes de vidrio durante la noche y las moléculas feromonales se atraparon con un adsorbente (carbón activado o un polímero). Luego estas moléculas fueron desadsorbidas usando diclorometano. Los extractos se inyectaron en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas para poder identificar los compuestos, lo cual permite separar, identificar y cuantificar los compuestos. La actividad biológica de estos fue evaluada en el laboratorio usando un túnel de vuelo, o bien, en campo con trampas. En el campo es recomendable usar hembras vivas como testigo, de modo que si una trampa cebada con un determinado compuesto o mezcla captura tantos machos como lo hace la trampa con las hembras, podemos concluir que la feromona está correctamente identificada y lista para usarse en el monitoreo o control del insecto modelo.

en el campo puede ser destruida o robada. ¿Hay alternativas? Nuestros estudios han mostrado que una trampa artesanal hecha con un recipiente de plástico de un galón (fig. 4) es igual de eficiente y mucho más económica.

En general, podemos afirmar que nuestra investigación para descifrar la comunicación química sexual de *S. frugiperda* ha permitido disponer de un "perfume" atractivo para los machos que llegan buscando el amor, pero que encuentran la muerte al ser atrapados. La formulación feromonal adecuada y una trampa de bajo costo pueden ser utilizados para monitorear o capturar masivamente a los machos de esta especie en maíz y otros cultivos donde el insecto se ha convertido en un problema. Sin duda, se trata de una tecnología que puede llevar a reducir o evitar el uso de insecticidas para el control de esta especie dañina para la agricultura. 🌿

Figura 4.



FABIOLA ROQUE

## Bibliografía

- Cruz-Esteban, S., Rojas, J. C., Sánchez, D., Cruz-López, L., y Malo, E. A. (2018). Geographic variation in pheromone component ratios and antennal responses, but not in attraction, to sex pheromones among corn-strain fall armyworm populations from Mexico. *Journal of Pest Science*, (91), 973-983.
- Howse, P. E., Stevens, I. D. R., y Jones, O. T. (1998). *Insect pheromones and their use in pest management*. Dordrecht: Springer.
- Malo, E. A., Cruz-López, L., Valle-Mora, J., Virgen, A., Sánchez, J. A., y Rojas, J. C. (2001). Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the coastal region of Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist*, (84), 659-664.

Edi A. Malo es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula (México) | [emalo@ecosur.mx](mailto:emalo@ecosur.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-1697-0277>

Julio C. Rojas es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula (México) | [jrojas@ecosur.mx](mailto:jrojas@ecosur.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-5730-5388>

# Del miedo a lo femenino a la violencia machista



LUIS ENRIQUE GARCÍA

## entre hombres homosexuales

Luis Enrique García Jiménez

*Resumen: A partir del miedo se construyen esquemas sociales que delimitan lo "normal" y facilitan la violencia hacia lo "anormal". En tal contexto, lo femenino queda subestimado pues ser "más hombre" implica ser "menos mujer", y además, las sociedades machistas se rigen por una lógica heteronormativa que solo reconoce dos géneros: femenino y masculino; de ahí que las prácticas afectivas y sexuales que no siguen esa lógica suelen ser estigmatizadas. El miedo a lo femenino también se observa en el ámbito de los hombres homosexuales, donde se replica la violencia machista para asegurar un lugar de privilegio entre pares; el machismo está más hondamente naturalizado de lo que pudiéramos pensar.*

**Palabras clave:** heteronormatividad, estigmatización, violencias, masculinidad, machismo.

**Maayat'aan (maya):** *Ti' u sajakil ba'alo'ob uti'al k'o'olel tak u loobilal jxiib ichil xiibil ch'uupo'ob*

*Ichil u sajakil wiinike' ku jets'ik bix u tukulta'al k'a'abet u kuxtal wiinik "tu beelil" yéetel xane' chéen ch'a'abil u loobilta'al máax ku tukulta'al "ma' tu beelili". Ichil le tuukula', ku p'a'asta'al ba'ax yaan u yil yéetel ko'olel tumen wa "jach jxiibe" u k'áat u ya'ale' "ma' jach ko'oleli", bey xan, ichil wiiniko'ob ku tukultiko'ob maas ma'alob juntúul keet juntúul ko'olele' suuk u kuxtalo'ob beya', chéen ku k'amiko'ob yaan ka'atúul máakil: ko'olel yéetel jxiib; lebetik máax mun kaxtik u nuup ichil le ka'atúula' k'aas u yila'al, ku p'eeekta'al. U sajakil ti' ba'alo'ob uti'al ko'olele' bey xan ku yila'al ichil máako'ob xiibil xch'uupo'ob, tu'ux ku chiikpajal xan u loobilal jxiib tumen ku kaxtik u yantal jump'éeel jach ma'alob kúuchil yéetel kuxtal kex u nuupe' ma'; u tuukulil ma' keet ko'olel yéetel xiibe', le ku ya'alal ma-chismoo', ts'o'ok u k'a'amal beey ma'alobe' tumen jach suuk u yila'al, kex ma' k'a'abet k k'amik wa utsi'.*

**Aantaj t'aano'ob:** u k'a'amal tu beelil chéen jxiib yéetel ko'olel, p'eeekil, loobilal, xiibil, u tuukulil ma' keet ko'olel yéetel xiibe'.

**Bats'i k'op (tsotsil):** *Ba'yel oy xi'elal yu'un li antse k'un to ne yutsintael antsilvinik ta stojolal yu'un li vinike*

*K'alaluk oy xi'ele mu bu lekuk kuxulutik ta komon chjel jtaeltik ma'uk "jech k'u yelanutike", ja' yu'un mi oy no'ox jutuk k'ope ta ora no'ox ta sa'tik k'op ek "chjel li jtaeltike". Jech k'ucha'al li'e ta xal, li antse jutuk no'ox ta xkom ta stojolal li vinike "mi ech' no'ox syu'elal li vinik" ja toj "jutuk li antse", jech xtok, ta jkuxlejtike li sju'elal yu'un li vinike ja' ta spasvan ta mantal, yu'un li stalel vinike ja' ta xmal-talvan ta abel, ta sva'anel jtunel abtel, k'alal to ta uts' alal, jech xtok, li vinike yiloy sna'oj ti ta bu kuxulutike ja' no'ox oy cha'tos jch'iel jk'opojel: ants xchi'uk vinik; mu oy jtos yan ma'uk jech snopbenike mu'yuk ich'bil ta muk'. Jech xtok li antsilviniketike stak' yilel ti ta xi'ik yu'un li antsetike, xchi'uk oy yutsintael li antsilvinik yu'un li vinike; ta jkuxlejtike stalel sju'elal li vinike jech xa o yilel, ep ta jya-lel k'u to yepal xu' ta jnoptike.*

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** k'u to yelan stalel sju'elal li vinike, mu'yuk ich'bil ta muk', itsintael, vinik, sju'el vinik.

## Lógica heteronormativa

El miedo es una emoción que garantiza nuestra supervivencia en caso de estar en peligro, pero también sirve para perpetuar nuestro dominio sobre otras personas. En general se nos educa con base en el miedo y la intimidación para ser, actuar y pensar de acuerdo con lo que digan los demás. Al implementarse como mecanismo de represión ante lo que queda fuera de una normalidad preestablecida, se acompaña de frases del tipo “los hombres no lloran” para legitimar la agresión contra lo “anormal”. En las familias, escuelas, congregaciones religiosas y en la sociedad misma, esto involucra diferentes violencias: comparaciones, golpes, gritos, humillaciones, abusos y hostigamientos, que sirven para separar lo prohibido o excesivo de lo moralmente aceptable y suficiente.

Para el caso de los hombres, su masculinidad suele forjarse a partir de actos de violencia que infunden miedo. Aprehenden los comportamientos y condiciones sociales en torno a la virilidad, la fuerza física, la contención emocional, el liderazgo y la responsabilidad. Ser hombre, esto es, pensar, actuar y verse masculino, depende de qué tanto se (ob)tengan dichas cualidades. Entonces, encarnar lo tradicionalmente asumido como femenino en Occidente, es decir, la emocionalidad, la sumisión y la debili-

dad, marca una diferencia social frente a lo masculino. Por eso en las sociedades machistas, ser “más hombre” implica ser “menos mujer”, pues la apariencia y la conducta femenina son despreciadas, y los hombres tienden a eliminar lo que los asocie con lo suave, cándido, subjetivo e irracional.

Además, hemos sido criados en una lógica que no solo establece distinciones entre hombres y mujeres, sino que enmarca como natural e idóneo que unos y otras se complementen. A esto se le denomina “heteronormatividad”, la cual solo reconoce dos únicos géneros y sexos complementarios, ignorando otras posibles identidades y formas de relacionarse. Por ello, es comprensible que en nuestras sociedades exista más la homofobia, pues se considera que los hombres que tienen sexo con hombres forman parte de la feminidad en la que se ha marginado a las mujeres.

La violencia homofóbica es una de las formas con las que se legitima el rechazo, la discriminación e incluso el homicidio de un igual. Una fobia que se manifiesta en el imaginario social cuando las prácticas amorosas, afectivas y sexuales no siguen la lógica heteronormativa. Y muchas veces los hombres homosexuales también usan ese tipo de violencia contra otros del mismo colectivo para asegurarse un lugar de privilegio entre pares. Así, a la vez que su-



LUIS ENRIQUE GARCIA

fren violencia homofóbica por ser o parecer femeninos, buscan diferenciarse y ser aceptados por actuar masculinamente. En pocas palabras, tratan de ser masculinos como estrategia de supervivencia ante las violencias machistas.

En este texto se aborda el desarrollo de la lógica heteronormativa en la población de hombres homosexuales en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. También se plantea una discusión sobre el rol de las instituciones socioculturales y educativas, en conjunción con la identidad/cultura gay, con el fin de establecer nuevas perspectivas sobre dicha población homosexual y visibilizarla como un grupo heterogéneo, además de diverso y violentamente autoconstituido.

### Machómetro

Al interior del mundo homosexual es posible distinguir “clases” conformadas por sujetos infravalorados cuando se les asu-

me como femeninos, o sobrevalorados por su masculinidad. Es decir, se utiliza un *machómetro* imaginario que clasifica a distintas identidades homosexuales de acuerdo con los niveles de agresión a los que “merecen” ser expuestas. En el cuadro 1 se observa que los identificados como “marica” o “puto”, por ejemplo, son más violentados (++) que los de apariencia más masculina. Esto causa que los osos, *sugar babies* y *sugar daddies* reciban menos violencia (– –), aunque la ejercen hacia el resto tanto por sus rasgos físicos, como por su posesión de bienes, dinero y conocimientos. El machómetro del cuadro 1 nos muestra que la violencia de género en este grupo también se replica intragrupalmente.

Los hombres homosexuales “afeminados” violentan a sus pares buscando una posición de privilegio, de modo que, a partir del chisme, la burla y la humillación por internet, devalúan a los “machirulos”, di-

fundiendo invenciones en torno a su desempeño sexual o vida personal. Por su parte, los homosexuales masculinos violentan a los “jotitos” mediante golpes, comparaciones humillantes y agresiones sexuales. Un entrevistado<sup>1</sup> afirmaba que la diferencia entre ambas clases trasciende la virilidad, pues aunque “es cómodo ser gay [...] para otros no es así, y entendí que tiene que ver con México, si bien hay apertura respecto a la sexualidad, la gente es muy racista y clasista”. Por cuestiones ligadas al racismo es entendible por qué los mayates, chachales y chichifos, aunque asumidos como más masculinos, son infravalorados por su color de piel.

De esta forma, al conceder inconscientemente una condición de superioridad a los “más hombres”, aquellos que padecen mayor violencia (++) buscan aliarse a los

<sup>1</sup> Todos los testimonios y nomenclaturas usados en este artículo proceden de García Jiménez (2019).

Cuadro 1. Identidades homosexuales en relación con la gradiente de violencia heteronormativa recibida intragrupalmente.

Identidades homosexuales	Definición	Gradiente de violencia
Viejoto	Hombre homosexual mayor de edad y afeminado.	++
Mampo	Hombre homosexual rural, afeminado, de clase baja y, en general, de piel morena.	++
Joto, marica, puto, obvio	Hombre homosexual afeminado a nivel expresivo.	++
Queer	Homosexual, usualmente inconforme con la identidad, expresión y vestimenta masculina.	+
Twink	Hombre homosexual con rasgos físicos más emparentados a la corporalidad femenina.	+
Chichifo	Hombre homosexual trepador social.	+
Homosexual	Individuo con prácticas homoerótico-afectivas.	0
Gay	Hombre homosexual de clase social acomodada.	–
Chacal/Mayate	Hombre de homosexualidad no asumida/intermitente y de clase social baja; en general, de piel morena.	–
Oso, panda, nutria, chaser	Hombre homosexual con rasgos físicos más emparentados a la corporalidad masculina por la presencia de abundante vello.	–
Sugar baby	Hombre homosexual joven, blanco, de clase social acomodada que busca ser mantenido.	--
Daddy	Hombre homosexual de edad madura o mayor de edad con corporalidad masculina.	--
Sugar daddy	Hombre homosexual de edad madura o mayor de edad, de clase social alta y con experiencia de vida; generalmente educado/culto.	--

Fuente: García Jiménez et al. (2021). Modificado para esta publicación.

“más masculinos” (– –) para ascender en la escala social, lo que en ocasiones implica la renuncia de su feminidad a partir de la masculinización del cuerpo, de sus prácticas sexuales y su estilo de vida. Se legitiman relaciones violentas para obtener beneficios y privilegios, como lo confirma otro entrevistado al mencionar que: “no todos somos locas; conocemos gays doctores, licenciados, con maestría, muy inteligentes y que ganan más dinero”. Esto nos da pistas respecto a que los hombres homosexuales también son empujados, como los heterosexuales, a cumplir con la expectativa del varón masculino, intelectual y proveedor.

Tales modelos ordenan incluso las relaciones sexuales, pues entre más masculino sea alguien, es menos posible que ejerza el rol de pasivo en ellas. Lo mismo sucede con el color o la edad: si la piel es más clara o el sujeto es más joven, con mayor facilidad podrá ser un objeto de deseo para el papel de pasivo. No obstante, hay excepciones y a veces se busca dominar sexualmente a los más masculinos, más morenos o de mayor edad para establecer un dominio sobre condiciones valiosas: virilidad, aguante y experiencia. En resumen, predomina una lógica heteronormativa, racista y etarista en la población de hombres homosexuales residentes en San Cristóbal de Las Casas, sobre todo por parte de quienes aspiran a la blanquitud, riqueza y juventud.

## Mercado gay globalizado

La legitimación de que lo femenino es violentable pese a que el agresor sea parte de un colectivo feminizado se expresa a través del privilegio, la distinción y la violencia. La virilidad se legitima con dinero, propiedades, ligueros, y sirve como indicador de una libido



PIXABAY

sexual elevada. En contraparte, los afeminados se asocian a la inferioridad que también dictamina la sumisión de las mujeres.

Quienes siguen esta lógica heteronormativa suelen apropiarse de una identidad

ligada a la “cultura pop gay, que se caracteriza por idolatrar a las divas del pop o a los *reality shows* del tipo RuPaul’s Drag Race (La más draga, en México), Fashion Police y todo lo que tiene que ver con moda, arte, expresión”, decía un entrevistado. La violencia machista es un “mal necesario” que debe vivirse para pertenecer al grupo selecto de hombres gay de las series de televisión, la publicidad y la pornografía. Ello explica por qué “en las marchas no se incluye a todos los homosexuales [...] nunca he visto un colectivo de chicos indígenas, por ejemplo. Todo es música *circuit* y *gogos*”.

Los medios de comunicación masiva fortalecen la idea de que ciertas cualidades son necesarias para no ser vulnerados (– –) y justifican la agresión a los vulnerables (+ +). En San Cristóbal de Las Casas esto se enfoca tanto en la masculinidad heterosexual que indirectamente define los prejuicios, estereotipos y estigmas homofóbicos de la ciudad, como en la identidad/cultura gay global de referencia con la que se constituye una identidad sexual/racial, pues: “los gays de aquí implementan una jerarquía en donde el color de piel y tener dinero es marcado [de forma intergrupal]”.

Resuena en todo ello la exclusión social y territorial pautada por la diferenciación. Por tanto, aunque presente, el sentido de comunidad dentro de la población homosexual parece anclarse en desigualdades sociales, culturales y estructurales que reproducen la lógica heteronormativa. Con base en las violencias cotidianas de esta lógica urgen investigaciones que profundicen y pongan en evidencia el impacto de las condiciones sociales al interior de los grupos más vulnerados. 

## Bibliografía

- García Jiménez, L. E. (2019). *Violencia de género heteronormativa entre hombres homosexuales residentes de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, México.
- García Jiménez, L. E., Cruz Salazar, T., y Bellato Gil, L. (2021). La violencia de género y el imaginario de la heteronormatividad entre hombres homosexuales viviendo en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *La Ventana*, (53), 374-405.

# El calendario de la naturaleza

Alejandro Cueva

*Resumen: Los ciclos naturales siempre serán objeto de estudio; se asocian a un campo al que llamamos fenología, que se encarga, justamente, del análisis de los fenómenos biológicos periódicos. Se trata del calendario de la naturaleza, un ritmo que determina las épocas de floración de las plantas, las migraciones animales y muchos aspectos que impactan directamente en la agricultura, el cultivo de abejas y en innumerables actividades humanas. Pero el cambio climático está transformando ese calendario, y un observatorio nacional sería de gran ayuda; es aquí donde todos podemos aportar realizando observaciones fenológicas; es algo tan simple como observar y anotar.*

**Palabras clave:** observaciones fenológicas, cámaras trampa, fenología, cambio climático, ritmos estacionales.

**Maayat'aan (maya): U tsool k'iinilo'ob way yóok'olkaabe'**

Bix u úuchben tso'olol yéetel u xo'okol k'iino'obe' jach ma'alob ut'ial u xak'alxokta'al; yaan u yil yéetel le k'ajóola'an beey fenología, jump'éeel xak'almeyaj ku beeta'al tuyóok'olal ba'alo'ob úucha'an ti' ba'alche'ob wáaj páak'alo'ob, yéetel ti' tuláakal ba'ax kuxa'an way yóok'olkaabe'. Jump'éeel tsool ku ya'alik ba'ax ku yúuchul wáaj ba'ax úucha'an yóok'olkaab, ku jets'ik ba'ax k'iinil ku loolankil páak'alo'ob, bix u bin u peksikubáajo'ob ti' jejeláas kúuchilo'ob ba'alche'ob yéetel ya'abkach u jeel ba'alo'ob jach k'a'ana'antak, tuyóok'olal xan u meyjul k'áax, u meyajil yik'el kaab yéetel u jeel ya'abkach u meyjulil wíinik. Ba'ale' u k'expáajal u k'iinilo'ob ja'il bey xan u k'iinilo'ob ke'elil, wáaj séen k'iinil, le ku ya'alal cambio climático, táan u bin u k'exik le tsool k'iinila', wa ka beeta'ak jump'éeel noj kúuchil tu'ux ku béeytal u yila'al yéetel u táan óolta'ale' jach je'el u yáantaje'; lebetik tune' ku béeytal k táakpajal tuláakalo'one' ti'al k áantaj k ilik wáaj k beetik observaciones fenológicas, jump'éeel ba'al jach chéen ch'a'abil u beeta'al, chéen k'a'abet a cha'antik yéetel a ts'íbtik ba'ax ka wilik yóok'olkaab.

**Áantaj t'aano'ob:** A cha'antik yéetel a ts'íbtik ba'ax ka wilik yóok'olkaab, cámaras nuup'o'ob, xaak'almeyaj ku beeta'al tuyóok'olal ba'alo'ob ucha'an ti' tuláakal ba'ax kuxa'an way yóok'olkaabe', u k'expáajal u k'iinilo'ob ja'il, wáaj ke'elil, wáaj séen k'iinil, u k'expáajal bix u chíijil páak'alo'ob.

**Bats'i k'op (tsotsil): Yotalal yu'un k'u yelan ta xch'i ta xjel talel li k'usitik kuxajtik ta sba banumile**

Mu'yuk to lek ojtikinbil skotol k'usitik x-ayan ta osil banumile ja' yu'un ach' to li k'usitik ta staanik yu'unik li jpas bijilal abtelaletike, jech li' ta osil banumile oy k'usitik ta xcha'no xkiltik ta jujun abil taje yakal to ta xchanelal. Ti kuxlejale oy lek xchanel ja' yich'o ta venta k'u yelan li yosilal bu xch'i li k'usitik kuxajtike xchi'uk k'u yelan ta xch'i ta xjel talel li k'usi kuxule. Ja' yu'un oy yotalal k'u yelan ta xch'i ta xjel talel li k'usitik kuxajtik ta sba banumile, ti ja' sk'elol sk'ak'alil xnichimaj li vomol te'etike, sk'ak'alil ta xanav batel li chonbolometik ta yan osilaltike xchi'uk k'u yelan kuxajtike, jech xtok tey nitil tsa-kal ta tsunolajeltik, ta sts'unel xchanul pom xchi'uk ta yantik k'u to yepal yabtel spas li jch'iel jk'opojele. Xjelan xa stalel li osil banumile oy sik oy k'ok', ja' yo' ti taje xjelan xa talel ek k'u yelanil ta xich' sa'bel smelol ta yotalal k'u yelan ta xch'i ta xjel talel li k'usitik kuxajtik ta sba banumile, ja' yu'un xu' ta jtekelaltik ti buch'u xu' xa'ie stak' ta jkolta jbatik ta sk'elol k'u yelan ta xch'i ta xjel talel skuxlejaj oy ta banumile, yu'un ep ti k'usi xu' ta jkota jbatik ta sna'ele; mu'yuk tsots ta pasel ja' no'ox ta xich' k'elel xchi'uk tsibaal ta vun.

**Jbel k'opetik tunesbil ta vun:** k'elbil k'u yelan ta xch'i ta xjel talel ta xkuxlejaj li k'usitik kuxul ta banumile, stunesobil sventa yakel, bijilal xchanel vun sventa sa'bel smelol k'u yelan ta xch'i ta xjel talel ta xkuxlejaj li chonbolometik, te'etik vomoletik. Xjel xa li xch'ieb sk'opojeb k'usitik kuxajtik ta banumile oy ep sik ep k'ok', ja' k'usi ta xcha'no xkiltik ta osil banumil ta jujun jabile.

La vida humana se rige por un calendario que se divide en años, meses y días, y muchos de nuestros comportamientos y eventos biológicos se basan en él. Por ejemplo, ¿no son los fines de semana los días en los que se hace la despensa? Noviembre es el mes con más nacimientos, nos dicen algunos registros de hospitales, ¿será coincidencia que nueve meses antes se celebre el día del amor y la amistad? Sin embargo, la flora y la fauna con las que coexistimos no entienden si estamos en fin de semana o si es día de asueto para celebrar a algún héroe nacional.

La naturaleza presenta otros ritmos, y por eso es posible que percibamos que la primavera está llegando antes en los últimos años, pues aparecen diversos factores ambientales con los que relacionamos esta estación, aun cuando en el calendario oficial todavía no sea 21 de marzo. Estos temas son competencia de la fenología, es decir, de la disciplina enfocada en el estudio de los fenómenos biológicos periódicos en relación con los ritmos de las estaciones y sus referentes con el clima y los ambientes físicos, como la coloración de las hojas de las plantas y la migración o apareamiento de los animales en determinadas épocas. En otras palabras, se trata del "calendario" de la naturaleza, y se refiere a cuestiones primordiales para la vida en el planeta, que por cierto, también tienen implicaciones socioeconómicas para las comunidades humanas.

**La importancia de saber**

¿De qué nos sirve reconocer cuándo ocurren los eventos fenológicos en la naturaleza? Quizás para muchos de nosotros no es crucial saber en qué fecha los árboles perdieron sus hojas y en cuál empezó a brotar su follaje nuevo, o cuándo abrieron las flores este año, pero los apicultores sí necesitan ubicar las épocas de floración, que es cuando las abejas recolectan el polen para llevarlo a sus colmenas; o bien, en la agricultura se requiere conocer el calendario natural de las plantas e insectos para decidir el mejor momento en el que se deben aplicar fertilizantes o pesticidas.

Podemos enlistar muchos otros ejemplos, entre ellos, que a los médicos y hospitales les conviene anticipar las épocas en las que proliferan los mosquitos que transmiten enfermedades como el dengue, la chikunguña y el zika, con el fin de prepararse y contar con los medicamentos e infraestructura para atender a los pacientes. O si hablamos de ecoturismo, quienes planifican eventos y festivales necesitan estar al tanto de las épocas de migración de las especies animales carismáticas, como la llegada de la mariposa monarca en Michoacán o la de la ballena gris en el mar de Cortés. Como se observa, también podemos ponerle un signo de pesos al estudio de la fenología.

Más allá de lo socioeconómico, los cambios en el calendario de la naturaleza son un indicador tangible del cambio climático: las plantas florecen más temprano en la primavera o las hojas de los árboles tardan más en caer durante el otoño, entre otros cambios que conllevan diversas consecuencias. Se interrumpe la frágil sincronía que la naturaleza ha forjado.

Un ejemplo nos ayudará a entender mejor lo anterior: si las flores y las hojas aparecen antes de tiempo, entonces varios insectos que se nutren de ellas también llegarán antes. Como sabemos, existen aves migratorias que viajan desde muy lejos para la anidación y procreación, y necesitan fuentes de alimento que, para muchas especies,



HUMBERTO BAHENA



ESTEFANIA MUNGUÍA

son los insectos. Si estas aves planearon su viaje de acuerdo con su calendario habitual, llegarán muy tarde, dado que los insectos habrían adelantado el suyo. (¿Alguien se ha presentado tarde a una reunión y ya no alcanzó comida?) Pero ¿en qué nos afecta que las aves no puedan comer sus insectos a tiempo? ¡Los efectos pueden ser graves! En caso de que los insectos no sean consumidos, podrían salirse de control y convertirse en plaga, lo que se transformaría en un riesgo de enfermedades para los seres humanos o afectaría las cosechas agrícolas. Aunque no son los únicos animales que lo hacen, las aves regulan las poblaciones de insectos, pero todo está sujeto a calendarios biológicos.

Y nosotros que no somos personas dedicadas a la ciencia, ¿cómo podemos saber cómo está cambiando el calendario de la naturaleza? Lo primero que debemos hacer es observar y llevar un registro. Monitorear es sencillo y no requiere de equipo sofisticado. Desde hace siglos, las sociedades orientales, específicamente en lo que ahora es Japón, observaron y anotaron en papel la fecha en que los cerezos empezaban a florar. Con esa información, los científicos y académicos de aquel país han comprobado que la floración de dichos árboles se ha adelantado diez días en promedio, en comparación a hace cien años.

Actualmente el principio de observación es el mismo, aunque apoyado con métodos más sofisticados por las nuevas tecnologías. La Red Nacional de Fenología de Estados Unidos (National Phenology Network, <https://www.usanpn.org/>) cuenta con "libretas de la naturaleza" que son usadas por aficionados, estudiantes de todas las edades y público en general, para anotar las fechas importantes de los ciclos de diferentes especies de vegetación en todo el país, para después compartir los datos con especialistas y así elaborar mapas actualizados y predicciones a futuro de cuáles han sido los cambios que se han ido presentando.

### Observar y analizar

Para la observación de la naturaleza, en la última década ha cobrado relevancia la fotografía de la vegetación con cámaras digitales. Las fotos están integradas por muchos píxeles (los cuadritos que vemos cuando utilizamos el *zoom*), cuyo color es una combinación de la intensidad del rojo, verde y azul. En las antiguas televisiones de caja, si nos acercábamos mucho a la pantalla se veían esos tres colores, y de lejos aparecían otros distintos. Actualmente, utilizando los cambios de intensidad en las fotografías tomadas de manera continua, se puede saber *qué tan verde* se encuentra la vegetación,

cuándo hay hojas o flores o cuándo se cayeron. Una hoja nueva y turgente de primavera tendrá un verde más intenso en comparación con sus tonos cobrizos en otoño.

Este tipo de imágenes nos ayuda a darnos una idea más exacta del calendario de la naturaleza, sobre todo porque las cámaras se pueden automatizar, y así se superan las limitaciones logísticas del tipo de "Hoy no puedo ir a realizar observaciones" o "Está muy lejos". Podemos instalar las cámaras en cualquier sitio, ¡incluso en nuestro jardín!

Observar y analizar el calendario de la naturaleza nos proveería de información esencial y crítica para el manejo de especies invasoras y plagas; para predecir eventos relacionados con la salud pública; para comprender la temporalidad de los procesos de los ecosistemas, como el ciclo del carbono y del agua; para la optimización de procesos productivos relacionados con la agricultura, así como para la evaluación de la vulnerabilidad de especies de interés ante el cambio climático, como la mariposa monarca o las aves migratorias. Sin embargo, si no medimos o registramos los acontecimientos periódicos del medio, no tendremos forma de evaluar si hay cambios ni cuál es su magnitud. Es necesario preparar al público de todas las edades, de modo que sepan consignar las anotaciones y desarrollar herramientas para compartir y hacer uso de la información.

Nunca es demasiado tarde para empezar a realizar monitoreos de este tipo, sin embargo, entre más pronto, mejor. Es momento de crear alianzas entre voluntarios, escuelas de educación básica y superior, centros de investigación y organismos no gubernamentales, para crear un observatorio nacional y así avanzar en la ciencia de la fenología e informar a los tomadores de decisiones. Este observatorio no solo tendría la finalidad de investigar los efectos del cambio climático en los ciclos generales, también serviría como plataforma de educación ambiental y de enseñanza a cualquier per-



sona interesada en la fenología, y serviría de enlace entre la comunidad científica y los tomadores de decisiones. Por ejemplo, entre las muchas aplicaciones del registro del calendario de la naturaleza, tenemos el monitoreo de sequías junto con la evaluación de posibles incendios forestales; o en conjunto con el sector salud se podría me-

jorar el manejo de riesgos para la salud y el bienestar humano, previniendo enfermedades transmitidas por vectores, y previniendo temporadas de asma y alergias.

Suena difícil y ambicioso crear y coordinar un observatorio nacional, generar información y convertirla en conocimiento valioso. No obstante, la fenología es una

disciplina noble, pues se basa en observaciones sencillas y asequibles a todo público, así que no aprovecharla en pro de un mejor manejo de los recursos naturales sería una equivocación; los humanos hemos “dominado” a la naturaleza, sin embargo, dependemos de ella y debemos aprender a coexistir de una mejor manera. 

Como un ejemplo de las herramientas para monitorear el calendario de la naturaleza, tenemos esta cámara trampa empleada como *fenocámara*. Está instalada en el rancho El Mogor, en el valle de Guadalupe, Baja California, en un área de matorral esclerófilo. El propósito es tomar fotografías continuamente (podrían ser cada media hora) a un parche de vegetación representativo del sitio para monitorearlo. Es importante considerar la intensidad de los colores primarios de los píxeles que conforman la fotografía (rojo, verde y azul). En términos generales, entre más hojas haya y más turgentes estén, será más intenso el verdor captado por las imágenes; en la primavera se espera más verdor, y menos en el invierno. Se busca crear un acervo visual de cómo cambia la vegetación en relación con el tiempo, así como crear índices de colores, en este caso del “verdor” de la vegetación, que se vincula con los cambios anuales y estacionales de las plantas.



## Bibliografía

- Peñuelas, J., Sardans, J., Estiarte, M..., y Jump, A. S. (2013). Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. *Global Change Biology*, (19), 2303-2338. <https://doi.org/10.1111/gcb.12143>
- Richardson, A. D. (2019). Tracking seasonal rhythms of plants in diverse ecosystems with digital camera imagery. *New Phytologist*, (222), 1742-1750. <https://doi.org/10.1111/nph.15591>
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., y Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>

# Una sola salud

HUMBERTO BAHENA

Estromatolito de la laguna de Bacalar.



## Conversación con Teresa Álvarez Legorreta

Laura López Argoitia

La salud humana y la de los ecosistemas está ligada estrechamente, por eso los impactos de la contaminación nos afectan más de lo que imaginamos, y es necesario aprovechar las herramientas científicas para prevenir lo irreversible. Teresa Álvarez Legorreta nos lo explica en esta entrevista mediante un relato general de su trayectoria de investigación en las costas de Quintana Roo. Ella es bióloga y doctora en Ciencias Marinas, e investigadora de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal.

## ¿Cómo transcurrieron tu infancia y tus estudios?

Recí en el sur de la Ciudad de México, hacia el rumbo de Xochimilco, en Villa Coapa. Ahora es un lugar urbanizado, pero entonces había campo y se cultivaba maíz, incluso íbamos a comprar leche a un establo. Aquella cercanía con la naturaleza despertó mi interés por los temas ambientales e influyó en que decidiera estudiar biología. En realidad estuve muy cerca de escoger medicina, pero me di cuenta que me importaba no solo la salud humana, sino la salud en general, es decir, cómo las actividades humanas repercuten en otros organismos o cómo las condiciones ambientales perjudican a las personas.

Estudí la licenciatura en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, que tenía un sistema modular al estilo de la multidisciplinaria o transdisciplinaria. Trabajábamos sobre un proyecto abordado desde varias materias, por ejemplo, las plagas en los recursos naturales renovables, y hacíamos trabajo de campo. Así obtuve un panorama general de los ambientes naturales del país; estuvimos en zonas costeras, semidesérticas, en áreas agrícolas con impacto en espacios rurales y urbanos. Además, teníamos contacto directo con las comunidades y sus problemáticas. Luego estudié la maestría en el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), en Mérida, en un programa de Ciencias Marinas; para entonces el agua ya era el tema que más me interesaba. Mi tesis trataba sobre los efectos de los hidrocarburos en una población de almejas de importancia comercial, pues Pemex transportaba gas licuado en la zona. Durante la investigación encontramos que los daños por la contaminación con hidrocarburos estaban asociados a la sobrepesca; cada vez había más cooperativas pesqueras que no solo extraían más almejas, sino que regresaban al mar las conchas vacías y eso alteraba la reproducción normal de varias especies.

## ¿Cómo llegaste al ámbito de la investigación?

Después de la maestría, trabajé como responsable del Laboratorio de Calidad del Agua de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en Chiapas, y seguí preparándome en temas de contaminación. La tendencia general era no solo evaluar los contaminantes en los cuerpos de agua, sedimentos y organismos, sino también sus afectaciones. Se empezaba a trabajar en los llamados biomarcadores bioquímicos, fisiológicos y moleculares, que son indicadores de aviso temprano para detectar el impacto de la contaminación en los organismos. Esto significa que puede haber contaminantes en bajas concentraciones que no se perciben en el ambiente con los métodos analíticos tradicionales, pero que se van acumulando en plantas y animales; si bien los seres vivos cuentan con mecanismos para “limpiarse”, al rebasarse ciertos límites se presentan los riesgos de intoxicación. Entonces, conocido el tema de la contaminación, yo quería explicar también sus efectos en los seres vivos y cómo estos se defienden de ella. Con esa perspectiva me incorporé a ECOSUR, Unidad Chetumal, en proyectos en los que se medían los indicadores de contaminación en organismos acuáticos de la costa sur de Quintana Roo. Más adelante realicé mi doctorado nuevamente en el CINVESTAV para estudiar los biomarcadores con pastos marinos y sus sistemas de desintoxicación frente a diversos contaminantes.

Con el tema de los biomarcadores de aviso temprano abrimos en ECOSUR otra línea de investigación, además de la ya existente sobre contaminación en los cuerpos de agua de Quintana Roo. Con varios estudiantes de posgrado hemos trabajado con cocodrilos, medusas, esponjas, tortugas marinas y recientemente en población humana, con cortadores de caña. Y ya hay una línea más que aborda la salud del acuífero, porque en la península de Yucatán dependemos de las aguas subterráneas como fuente de agua dulce; con excepción de Campeche que cuenta con varios ríos, en Yucatán y en

Quintana Roo los cuerpos de agua superficiales están alimentados de agua subterránea, como es el caso de los cenotes, la laguna de Bacalar y el río Hondo. Este último se encuentra en una cuenca transfronteriza (México, Guatemala y Belice), lo cual nos permite establecer proyectos de colaboración y vinculación muy provechosos.

## Detállanos un ejemplo de los biomarcadores

Los estudios con cocodrilos en el río Hondo están muy avanzados y ejemplifican lo que puede estar ocurriendo con otras especies, incluidos los seres humanos. En las investigaciones hemos utilizado las crestas de la cola que se cortan para marcar animales censados en estudios de sus poblaciones, así como muestras de sangre. En estos tejidos detectamos metales junto con un polipéptido llamado metalotioneína, el cual es un biomarcador que forma parte de un mecanismo de desintoxicación. ¿Qué significa esto? En los organismos hay metales que cumplen funciones fisiológicas necesarias, como el hierro o el zinc, que al exceder ciertos niveles podrían causar resultados negativos, por lo que el cuerpo cuenta con mecanismos para desechar el exceso. La metalotioneína ayuda a transportar los excedentes a donde son excretados en la orina y las heces fecales, y otra estrategia es que los metales pueden ser almacenados donde no provocan efectos tóxicos, como en las uñas y las capas de piel superficiales que se van desgastando y desechando; o en el pelo y las plumas, en el caso de mamíferos y aves. La importancia de los biomarcadores radica en que permiten identificar los impactos de la contaminación en los primeros niveles de organización biológica, en donde pueden ser reversibles si se eliminan las fuentes de los contaminantes.

Un ejemplo claro sobre cómo los metales se acumulan en los cocodrilos del río Hondo, lo observamos con las investigaciones de dos estudiantes del posgrado. En época de lluvias, los escurrimientos

desde la zona agrícola arrastran plaguicidas y fertilizantes con bases metálicas hasta el río, y quedan expuestos a ellos tanto los cocodrilos como las especies de las que se alimentan. También son determinantes los llamados contaminantes emergentes, como bloqueadores solares y medicamentos; por su uso y descarga continua a las aguas residuales, constituyen un problema de contaminación crónica que afecta el sistema endócrino de las especies acuáticas y ocasiona la feminización o masculinización de peces y caracoles, lo que pone en riesgo su permanencia a largo plazo. Por eso son vitales estos estudios, pues permiten identificar la contaminación crónica antes de que se produzcan daños irreversibles a las poblaciones.

### Háblanos del estudio con cortadores de caña

Hemos realizado dos estudios, el primero fue una tesis en colaboración con Martha García, investigadora que ha trabajado mucho con poblaciones cañeras. En él se evaluó la exposición ocupacional y no ocupacional a plaguicidas por parte de mujeres cortadoras de caña de una comunidad de Campeche. Si bien ellas no los aplican directamente, tienen contacto a través de su trabajo en el campo, de sus compañeros que sí los administran, o por lavar su ropa o vivir en espacios donde se almacena el producto. En el segundo, se revisó la exposición de los cortadores de caña del Río Hondo a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) que se generan durante la quema de la caña para su cosecha, y que son potencialmente carcinogénicos. Para la investigación brindamos información y obtuvimos permisos, realizamos encuestas y tomas de sangre para detectar hidrocarburos y biomarcadores en cortadores de caña, así como en un grupo control de habitantes de una comunidad cercana. Se detectó la presencia en sangre de HAPs potencialmente carcinogénicos, así como de biomarcadores que se activan como parte de un mecanismo de desintoxicación.

### ¿Qué tanto repercuten estas investigaciones en políticas públicas?

Un valor fundamental de ECOSUR es su vinculación con diversos sectores e instituciones. En mi caso, desde 2004 he participado en el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán, que atiende situaciones relacionadas con el agua; lo coordina la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y participan instituciones de los tres órdenes de gobierno junto con universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y todos los sectores usuarios, entre los que se encuentran ganaderos, agricultores y empresarios turísticos. El sector académico desempeña un papel fundamental, pues comparte información científica que en ocasiones contribuye a orientar los recursos para reducir o eliminar problemáticas ambientales específicas. Por ejemplo, la canalización de recursos para infraestructura de captación y tratamiento de aguas residuales por parte de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo. O bien, la insistencia en documentar que la Norma Oficial Mexicana que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores, no era aplicable a los sistemas cársticos de la península que son naturalmente bajos en nutrientes, por lo que los niveles permitidos podrían tener efectos negativos en plantas y animales acuáticos; se logró que una organización encamina-

ra recursos para coordinar actividades que resultaron en una actualización de la NOM-001-SEMARNAT-2021, recientemente publicada.

Otro ejemplo: cuando el pez diablo (familia Loricariidae) causaba estragos entre los peces nativos del río Hondo,<sup>1</sup> se organizó una sesión extraordinaria del Comité de Cuenca del Río Hondo para que Juan Jacobo Schmitter, investigador de ECOSUR especialista en el tema, alertara sobre esta problemática ambiental. Después se realizaron otras reuniones con especialistas nacionales e internacionales, así como talleres en las comunidades, lo que llevó a impulsar desde el poder legislativo la prohibición de la venta de tales peces en los acuarios. Esto debido a que el pez diablo es una especie invasora; proviene de otras áreas geográficas y su introducción a cuerpos de agua que no son su hábitat se debe, en gran parte, a que la gente los compra como limpiapeces, y al crecer los liberan en los cuerpos de agua.

### ¿Cuál es la situación de los estromatolitos en Bacalar?

Los estromatolitos son comunidades de microorganismos que a partir de la interacción con carbonatos forman estructuras semejantes a rocas en aguas poco profundas. Brindan refugio a diversas especies gene-

<sup>1</sup> Véase "Pez diablo en el sureste mexicano", *Ecofronteras* 47, <https://bit.ly/3vD9JRL>



Entrenamiento de personal en un proyecto México-Belice.

ALEJANDRO ORTIZ ARANA



TERESA ALVAREZ

Rio Hondo.



HUMBERTO BAHENA

Estromatolitos en laguna Bacalar.



TERESA ALVAREZ

Experimento con pastos marinos y biomarcadores de aviso temprano.

rando vida a su alrededor, algo parecido a lo que ocurre en los arrecifes de coral. En la laguna de Bacalar se encuentra el arrecife de estromatolitos de agua dulce más grande del mundo, los cuales brindan valiosos servicios ecosistémicos; destacan el reciclamiento de nutrientes, la producción de oxígeno y la captura de carbono. Y algo significativo es que son la evidencia de vida más antigua en el planeta, así que constituyen laboratorios vivos que nos permiten revisar los procesos y condiciones que facilitaron la existencia en la Tierra tal como la conocemos.

No obstante la importancia de los estromatolitos, el desarrollo de la zona los está poniendo en riesgo. Y no solo a ellos, sino a todo el sistema lagunar. El turismo de Quintana Roo ya se ha extendido a Bacalar con todas sus consecuencias. También hay perturbaciones por prácticas que vienen desde más lejos, como la deforestación, que fomenta el crecimiento de asentamientos humanos, y la actividad agropecuaria, que genera aguas residuales y uso de plaguicidas cuyo destino

termina siendo la laguna y el acuífero. Todo esto, aunado a megaproyectos como el Tren Maya, no solo seguirá repercutiendo en la calidad de agua, sino en su cantidad, pues con una extracción que supera la recarga por lluvias, se alcanzarán las capas de agua salina de mayor profundidad; la CONAGUA tiene identificados, en el norte de Quintana Roo, algunos pozos donde el acuífero ya está salinizado por su extracción intensiva. En ese contexto, integrantes del personal académico de varias instituciones elaboramos el documento "Tarjeta de reporte de la laguna Bacalar" (<https://bit.ly/3EHxiwG>), para comunicar el estado general del sistema y aportar información a la sociedad y a los tomadores de decisiones. Un aporte valioso del documento es la semaforización de indicadores. Por ejemplo, se reporta que el centro-oeste de la laguna se encuentra en rojo en los indicadores de calidad de hábitat (humedales-manglares y expansión física-desarrollo turístico), calidad del agua (nutrientes y *Escherichia coli*), y con riesgos para la biodiversidad, principalmente respec-

to al caracol chivita y los estromatolitos. Debido a que los indicadores evolucionan junto con las fuentes de los impactos, es indispensable evaluarlos de forma constante para alertar y orientar las acciones necesarias.

### Ante este panorama, ¿hay esperanza?

Yo creo que sí. Los investigadores tenemos la obligación de compartir la información que se genera para que se pueda utilizar, y generalmente hay personas dispuestas a escuchar. Enfocar las investigaciones para producir información útil y comunicarla por todas las vías posibles es una contribución para prevenir desastres. Es fundamental involucrarnos con las comunidades afectadas, que pueden entender mejor las cuestiones que se deben atender. Los cambios no ocurren con la velocidad necesaria, pero no hay que desistirse. Nuestra supervivencia como especie depende de la salud del planeta; hay una interconexión entre agua, suelo, seres vivos y todos los elementos de la Tierra, así que si asumimos que existe una sola salud que integra todo, será más fácil actuar en consecuencia. }

Visita la fotogalería de la versión digital de *Ecofronteras* 75 para apreciar imágenes relacionadas con este texto, <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras>

Laura López Argoytia es responsable de Publicaciones Científicas y Fomento Editorial en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal (México) | [llopez@ecosur.mx](mailto:llopez@ecosur.mx) | <https://orcid.org/0000-0002-3314-1112>

# Minibestuario de jardín

Ramón Isaac Rojas González

*Los habitantes de un jardín, sencilla muestra de un microcosmos, son ejemplos de la vida en todas sus escalas, en donde sapos, lagartijas y babosas nos enseñan a contemplar, desde su perspectiva, el camino que andamos todos, entre la tierra y el cielo.*

**Maayat'aan (maya): Chan áanalteíl ba'alche'ob kuxa'ano'ob ichil kúuchil páak'alnikte'**

*Ba'ax kuxa'an ichil páak'alnikte'e' chéen ch'a'abil ku ye'esik yaan jump'éel chan kúuchil beey yóok'olkaabe', ku ya'alal microcosmos, ku ye'esik ku béeytal u yila'al jejeláasil kuxtal tumen yaan chichan bey xan nojoch; tu'ux muucho'ob, meerecho'ob yéetel x-iisilo'ob ku ka'ansiko'on k cha'ant, je'elbix u yiliko'ob leti'o'obe' le beej kek xiimbaltik tek láakalo'on, ichil le yóok'olkaab yéetel le ka'ano'.*

**Bats'i k'op (tsotsil): Te yo bu xch'i nichimetik ta nae ja' bik'it snailal biktal chonbolometik**

*Li bik'tal chonbolometik kuxajtik ta yo bu xch'i li nichimetik ta nae ja' ta xak'butik ta ilel k'u yelan chapajtik ta skojol koj xchi'uk ta xchopal xchop li kuxlejale, te yo bu li xpokoketike, li okotsetike xchi'uk li t'ot'etike ta xak'butik ta ilel, ta stalelalik no'ox, ta xalbutik k'u yelanil jkuxlejtik bu chixxanav jtekeltike ek, oyoitik ta yo'lolil banumil xchi'uk li vinajele.*



HILDA M. ROJAS M.

## El señor Sapo

**L**ueve y sale el sapo de su cripta, con sus grandes ojos y su rostro sin muecas. En su boca cabe todo el universo. Con un hambre infinita vigila con ávida atención todo aquello que se mueve.

Sería fácil pensar que es una pobre y repugnante criatura, pero es una bestia poderosa que soporta el hambre y la sequía en un confinamiento largo y pesado. El agua lo llama a despertar, a tragar y hacerse grande. Él es una bestia poderosa.

Nadie puede juzgarlo por despertar con un hambre desbordada: pasó una eternidad encerrado, soñando con agua y alimento. Su gula no es gratuita, el abismo de su estómago fue lo único que creció durante su letargo. ¡Cómo quisiera una boca más grande para llenar su vacío descomunal! Nadie juzgue al sapo por estar hambriento; tiene poco tiempo para estar contento.

## El señor Toloque

El señor Toloque vive en el almendro de mi casa; todo su pensamiento es la comida, los insectos sobre todo. Se pasa horas inmóvil y atento, y de repente explota en una carrera loca sobre sus patas traseras, guardando el equilibrio con apoyo de su larga cola. Es capaz del milagro de caminar sobre el agua, mejor dicho, de correr como relámpago.

Basilisco, tequereque, pasa ríos, toloque... Este señor lagartija tiene una novia Toloca con la que copula una vez al año; nunca es consciente de que la deja preñada, tampoco de que ella escoge con mucho cuidado un lugar para poner sus huevos y de que ahí los abandona.

El señor Toloque muestra una hermosa cresta y lindas bandas de color crema, pero está más allá de la vanidad y la arrogancia, inmóvil y atento en el almendro de mi casa.



HILDA M. ROJAS M.



HILDA M. ROJAS M.

## El señor Sietecueros, también llamado Tlaconete<sup>1</sup>

El señor Sietecueros es todo paciencia, un maestro de la parsimonia. Aún no sé qué fue primero, si su mansedumbre infinita o su lentitud, que no es pereza... es una total falta de prisa. Su primo el caracol consiguió una concha, pero él es un molusco sin casa; esto no lo hace en absoluto un indigente: ¡el mundo está bajo sus pies! No tiene importancia que en realidad sea un solo pie, que de hecho, es todo su cuerpo por debajo.

El señor Tlaconete no entiende nuestra existencia de apuros y ajetreos. Él sabe que al final, sin ningún apuro, el regreso a la tierra nos espera. Basado en esta certeza, avanza incansable dejando su rastro por todo sitio donde transita. Criatura magnífica digna de ser admirada, lejos de la sal del miedo y la ignorancia. 🐌

<sup>1</sup> Sietecueros y tlaconete son nombres comunes de la babosa en distintas zonas geográficas de México, aunque también se le llama tlaconete a algunas salamandras.

## Recomendaciones editoriales de Ecofronteras

Las personas interesadas en escribir para esta revista deben proponer artículos inéditos, que aborden temas de pertinencia social relacionados con salud, dinámicas poblacionales, procesos culturales, conservación de la biodiversidad, agricultura, manejo de recursos naturales y otros rubros vinculados a contextos de la frontera sur de México y orientados a la sustentabilidad. Si el contexto es otra zona geográfica, tiene que tratarse de manera comparativa o con alguna liga a la frontera sur. No se aceptarán reportes de investigación ni informes de trabajo.

### Estilo

- ▶ Las temáticas deben plantearse de manera atractiva para nuestras lectoras y lectores, personas de ámbitos muy diversos, por lo que es necesario considerar el nivel de información que se va a utilizar.
- ▶ El lenguaje tiene que ser ágil, claro y de fácil comprensión para públicos no especializados, así que los términos técnicos se explicarán con sencillez.
- ▶ El tratamiento debe ser de divulgación, no académico. Pueden contarse anécdotas personales, usar metáforas o analogías y cualquier recurso estilístico que acerque al público. Conviene que autoras y autores se planteen lo siguiente: "Si yo no fuera especialista en este tema, ¿por qué me interesaría leer un artículo al respecto?"
- ▶ Para una mejor asimilación del contenido, es pertinente narrar los procesos que llevaron a los resultados o reflexiones que se plantean.
- ▶ El título debe ser sugestivo y conciso para llamar la atención.
- ▶ El primer párrafo es muy importante para que las personas sigan leyendo: una entrada interesante, que en lo posible haga referencia a vivencias o a cuestiones que los lectores puedan reconocer.
- ▶ Las citas bibliográficas deben ser las estrictamente necesarias; en lo posible, deben incorporarse al texto, por ejemplo: El sociólogo alemán Nicolás Kravsky, en un estudio realizado en 2010, asegura que...

### Formato

- ▶ La extensión del artículo debe ser de entre cuatro y cinco cuartillas, escritas a espacio y medio (1.5) en tipo Arial 12 (aproximadamente 9,500 caracteres con espacios incluidos). No utilizar sangrías, tabuladores ni dar ningún tipo de formato al manuscrito: no justificar la mancha del texto, no centrar títulos ni subtítulos, no aumentar los espacios entre párrafos.
- ▶ Si se incluyen gráficas o figuras, deben servir para clarificar el contenido; si son de mayor especialización, es preferible omitirlas. Deben anexarse en archivo independiente, con buena resolución, textos en español e indicando la fuente.
- ▶ Procurar dividir el texto con subtítulos.
- ▶ Pueden incluirse recuadros que expliquen aspectos técnicos o complementarios.
- ▶ Se debe brindar material fotográfico si se cuenta con él. Entregarlo en archivo aparte, de preferencia en formato JPEG con resolución de 300 dpi, con el debido crédito autoral.
- ▶ Añadir una nota con la categoría o puesto, institución (solo el primer nivel y el campus o unidad, sin siglas) y país de autoras/es, así como su correo electrónico y ORCID, en caso de contar con él. Por ejemplo: Jorge Domínguez es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa (México) | alejandro.cueva@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0003-2952-5129>
- ▶ Incluir de tres a cinco "palabras clave". No deben formarse por más de tres términos. Ejemplo válido: recursos naturales; frontera sur. Ejemplo no válido: recursos naturales de la frontera sur.

### Proceso general

- ▶ Pedimos a las autoras y autores que redacten un resumen sobre el tema y lo envíen a la editora (Laura López Argoytia, [llopez@ecosur.mx](mailto:llopez@ecosur.mx)), incluyendo el abordaje que piensa darse, así como un párrafo inicial. Se les responderá en un lapso no mayor a 10 días hábiles. Si se acepta la propuesta, hay que enviar el artículo completo, mismo que se somete a evaluaciones de contenido y estructura. En un lapso aproximado de dos meses, se informa el estatus del manuscrito.
- ▶ Las colaboraciones aceptadas se programan en alguno de los siguientes números; no hay compromiso de publicación inmediata. El equipo editorial se encarga de la revisión y corrección de estilo, y solicita a autoras y autores los cambios necesarios, complementos de información y visto bueno a la versión final en procesador de textos. Posteriormente sigue la fase de diseño, diagramación y última corrección.
- ▶ El Colegio de la Frontera Sur (instancia editora de Ecofronteras), requiere por parte de autoras y autores una carta de declaración de originalidad y cesión de derechos para fines de divulgación.

La distribución de la revista es gratuita. Se pueden solicitar ejemplares a [ecofronteras@ecosur.mx](mailto:ecofronteras@ecosur.mx).



## Reproducción social y parentesco en el área maya de México (Impreso y EPUB)

Erin Estrada Lugo (Editora)

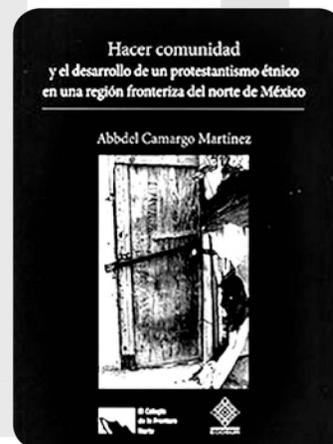
Este libro, el primero de la Colección Enfoques Socioambientales, coloca en el centro el análisis de los grupos de parentesco locales en el área maya del sur del país y sus estrategias de reproducción y producción. La información que aquí se ofrece deriva de investigaciones con grupos tseltales, tsotsiles, mames, lacandones, chuj y mayas yucatecos, cuyo arraigo histórico con sus territorios es profundo.



## Hacer comunidad y el desarrollo de un protestantismo étnico en una región fronteriza del norte de México

Abbdel Camargo Martínez

Este libro presenta una aproximación socio-antropológica al proceso de reconfiguración étnica de los grupos indígenas migrantes a partir de su asentamiento en la región fronteriza del Valle de San Quintín y de la apropiación de propuestas religiosas distintas al catolicismo. El lector podrá conocer el proceso de reconfiguración de los territorios étnicos del país, así como el reconocimiento de estos colonos indígenas con derechos civiles y laborales, que trasciende la representatividad política, la diferenciación étnica y la adscripción religiosa.



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales.

Campeche  
Av. Rancho Polígono 2-A  
Ciudad Industrial Lerma · C. P. 24500  
Campeche, Campeche · Tel. 981.127.3720

Chetumal  
Av. Centenario km 5.5 · C. P. 77014  
Chetumal, Quintana Roo · Tel: 983.835.0440

San Cristóbal  
Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n  
Barrio de María Auxiliadora · C. P. 29290  
San Cristóbal de Las Casas, Chiapas · Tel: 967.674.9000

Tapachula  
Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5 · C. P. 30700  
Tapachula, Chiapas · Tel: 962.628.9800

Villahermosa  
Carretera Villahermosa a Reforma km 15.5  
Ranchería Guineo 2ª sección · C. P. 86280  
Municipio de Centro, Tabasco · Tel: 993.313.6110

[www.ecosur.mx](http://www.ecosur.mx)

