

Conservación de tiburones y rayas
en el Caribe mexicano

Covid-19

Algunos enfoques multidisciplinarios

¿Y si los plátanos no son de Oriente?



Ma. del Carmen Pozo de la Tijera, *Directora General*
Alma B. Grajeda Jiménez, *Coordinadora General de Vinculación e Innovación*

Laura López Argoytia
Editora

Rina Pellizzari Raddatz
Diseño, ilustraciones de portada y diagramación interior

Carla Quiroga Corapia
Ecofronteras digital

Esthefania Munguía Sánchez
Asistente editorial

Héctor Ochoa Díaz López
Asesoría temática del número

Martha Duhne Backhaus
Foro Consultiva Científica y Tecnológica, A.C.

Rocío Ledesma Saucedo
Instituto Politécnico Nacional (revista Convergencia)

Rolando Riley Corzo
Universidad Autónoma de Chiapas
Consejo Consultivo

Trinidad Alemán (ECOSUR San Cristóbal)
Griselda Escalona (ECOSUR Campeche)
Martha García (ECOSUR Chetumal)
Pablo Liedo (ECOSUR Tapachula)
Fernando Limón (ECOSUR San Cristóbal)
Azahara Mesa (ECOSUR Villahermosa)
Dolores Molina (ECOSUR Campeche)
Georgina Sánchez (ECOSUR San Cristóbal)
Juan Jacobo Schmitter (ECOSUR Chetumal)
Miguel Ángel Vásquez (ECOSUR San Cristóbal)
Consejo Editorial

Corrección de estilo: Julio Roldán y Laura López.
Documentación fotográfica para portada: Marco Girón. Distribución general: El Colegio de la Frontera Sur (Esthefania Munguía). **Ecofronteras**, Vol. 24, Número 70, septiembre-diciembre de 2020, es una publicación cuatrimestral de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con domicilio en Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María Auxiliadora, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Teléfono: 967.674.9000 www.ecosur.mx.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2010-121518142600-102. ISSN 2007-4549. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Certificado de Licitud de Título núm. 13743, y Licitud de Contenido núm. 11316. Ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Editora responsable: Laura López Argoytia.

Publicación impresa por Editorial Fray Bartolomé de Las Casas, Pedro Moreno 7, Barrio de Santa Lucía, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Tel. 967.678.0564. Este número se terminó de imprimir el 15 de octubre de 2020, con un tiraje de 1,000 ejemplares.

El contenido de los artículos es responsabilidad de autoras y autores. La adecuación de materiales, títulos y subtítulos corresponde a los editores. La reproducción total o parcial de los textos e imágenes contenidos en esta publicación requiere autorización: llopez@ecosur.mx

Ecofronteras pertenece al Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, y está integrada al catálogo de Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), así como a la base de datos con formato de colección a texto completo LatAm Studies (Estudios especializados en América Latina y el Caribe). www.ecosur.mx

CONTENIDO

DENUESTROPOZO

Editorial

Héctor Ochoa Díaz López

Matemáticas y epidemias

Héctor Ochoa Díaz López, Roberto Solís Hernández, José Ocampo López Escalera y César Irecta Nájera

Infodemia: la otra epidemia de nuestro tiempo

Rosario García Miranda y Enrique Eroza Solana

¿Mi mascota está a salvo?

Héctor M. Díaz-Albíter y Roberto Navarro López

Plantas contra virus

Zendy Evelyn Olivo Vidal y Xariss M. Sánchez Chino

Las pruebas diagnósticas del nuevo coronavirus

César Antonio Irecta Nájera, Jessica Paola Cruz Cruz y Soraya Amali Zavaleta Muñiz

Aportes de la academia en la movilidad de trabajadores agrícolas

Martha García

MIRANDOALSUR

APUERTASABIERTAS

Conservación de tiburones y rayas en el Caribe mexicano

María del Pilar Blanco Parra

¿Y si los plátanos no son de Oriente?

Mireya Burgos-Hernández y Carmen Pozo

Lucha y resistencia en comunalidad

Anna Lee Mraz Bartra

Oferta digital de Libros ECOSUR

ENTREVISTA

De ratas y ratones... o el queso no es como lo pintan. Conversación con Jorge Bolaños Citalán

Elena Anajancí Burguete Zúñiga

DELITERATURAYOTROSASUNTOS

Crónica de la covid latinoamericana

Ángela Sofía García Estrada



1

2

6

9

12

15

18

21

21

22

22

26

30

33

33

34

34

37

37



Editorial

GERD ALTMANN

Desde diciembre de 2019, la humanidad enfrenta una pandemia provocada por un nuevo coronavirus: el SARS-CoV-2, que a la fecha ha causado más de 48 millones de casos y 1 millón 200 mil defunciones. La covid-19 ha paralizado la economía mundial y ha generado un caos en la mayoría de los países, lo que solo es comparable con lo sucedido con la influenza en 1918. México no ha sido la excepción y ya acumula más de 940 mil casos confirmados y 93 mil muertes, además de que enfrenta preocupantes consecuencias sociales y económicas.

La comunidad académica de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) ha tenido una activa participación en el estudio y la observación de las medidas de contención de la epidemia, analizando su evolución, desarrollando propuestas de investigación y realizando eventos académicos, así como actividades para apoyar las acciones del sector salud e informar a la población de los estados del sureste del país.

Este número de *Ecofronteras* tiene como eje central la enfermedad covid-19 y constituye un acercamiento multidisciplinario al tema por parte de ECOSUR y otras instituciones. En seis trabajos de divulgación se abordan algunas cuestiones relevantes en torno al actual desafío de salud pública,

que por su complejidad biomédica, epidemiológica, sanitaria, social, política y económica, demanda un análisis desde distintas perspectivas disciplinarias.

En el primer artículo los autores describen brevemente el desarrollo histórico de los métodos de la epidemiología matemática y su utilidad en el estudio, toma de decisiones y gestión de las epidemias, además de sus aplicaciones en la pandemia por SARS-CoV-2. Luego tenemos una colaboración que da cuenta de cómo la población ha sido bombardeada por múltiples medios con mensajes que con frecuencia son de dudosa confiabilidad, razón por la que es importante reconocer las fuentes de información fidedignas como soporte de una orientación adecuada para enfrentar la pandemia. El tercer artículo está ligado a las mascotas, sobre todo perros y gatos, que nos han acompañado por miles de años, y se muestran los riesgos de contagio por covid-19 que conlleva la interacción animal-humano.

Por otra parte, dado que a la fecha no existe una vacuna ni un tratamiento específico y eficaz contra el SARS-CoV-2, una línea promisoriosa son los compuestos bioactivos de las plantas con efecto antiviral, lo cual es el tema del siguiente trabajo. Se incluye también un artículo en el que

se describen las pruebas de laboratorio —principalmente moleculares y serológicas— para el diagnóstico confirmatorio y seguimiento de casos, así como para la detección e investigación de anticuerpos contra la covid-19, todo lo cual es vital para orientar las medidas de control, tratamiento y desarrollo de vacunas.

Finalmente, como muestra de uno de los impactos de la emergencia sanitaria, incluimos un trabajo que alerta sobre la vulnerabilidad de miles de trabajadores de la zafra, quienes no pueden “quedarse en casa”, y propone que las ciencias sociales pueden realizar aportes sustantivos a la construcción de una agenda académica para un protocolo de *movilidad segura* de retorno de los trabajadores agrícolas migrantes.

Esperamos que este número de *Ecofronteras*, con algunos enfoques de diferentes aspectos de la pandemia de covid-19, sea un referente para nuestro público lector. Por su utilidad y actualidad, sin duda despertará el interés de un amplio sector.

Héctor Ochoa Díaz López, Departamento de Salud

Nota de la redacción: Optamos por el uso de minúsculas en covid-19, como sustantivo lexicalizado o palabra común.

DENUESTROPOZO 

Matemáticas y epidemias

Cómo se propagan las enfermedades infecciosas y cómo se les puede detener son cuestiones fundamentales para la dupla del momento: matemáticas y epidemiología. A través de sus modelos y métodos, estas disciplinas se combinan para brindar información respecto al comportamiento de un virus y con ello actuar en consecuencia.

Héctor Ochoa Díaz López, Roberto Solís Hernández, José Ocampo López Escalera y César Irecta Nájera

“Las matemáticas salvan vidas”, aseguran Clara Grima, doctora en matemáticas, y Enrique Borja, doctor en física, en *Las matemáticas vigilan tu salud. Modelos sobre epidemias y vacunas* (Next Door Publishers, 2017). Estos divulgadores de ciencia explican la utilidad de dicha disciplina para entender cómo se propagan las enfermedades infecciosas y cómo se les puede detener, ya que su disseminación se liga a leyes matemáticas.

Las aplicaciones del saber matemático en la medicina, la epidemiología y la salud pública, son un soporte de las acciones para entender las causas de los padecimientos, determinar su distribución en la población, predecir su evolución, desarrollar y evaluar medidas y estrategias para su control. Esto es claro en los tiempos actuales, cuando la enfermedad covid-19 ocupa nuestras vidas y las de muchos epidemiólogos que se dedican a estudiarla y combatirla.

El hecho de que las matemáticas sean tan importantes en varias áreas de las ciencias biológicas, como la “epidemiología matemática”, surge de un enfoque multidisciplinario que ha requerido modelos matemáticos como herramienta conceptual; es algo parecido a usar un nuevo tipo de microscopio con el que se pueden describir, explicar y, en ocasiones, anticipar comportamientos específicos. En el presente artículo revisaremos brevemente ciertos aportes al respecto, ejemplificando la aplicación de estos modelos a la actual pandemia.

Las epidemias y algo de historia

Las epidemias son brotes regionales de una enfermedad con una propagación intensa e inesperada (se vuelven pandemias al alcanzar una escala mundial). Existen desde los inicios de la humanidad y han causado serenos daños. La historia europea registra las pestes Antonina, de Cipriano y de Justinia-

no en los siglos II, III y VI, respectivamente, y por supuesto, la peste bubónica (peste negra) proveniente de Asia, cuyas diferentes olas en el siglo XIV acabaron con más de un tercio de la población de Europa en solo cinco años; fue recurrente durante los siguientes tres siglos con grandes brotes en ciudades como Londres, Roma, Hamburgo y Colonia. En América podemos mencionar la viruela, tifoidea, malaria y fiebre amarilla, así como las letales epidemias del siglo XX: la influenza española, que mató a más de 50 millones de personas, y el sida, que causó 30 millones de defunciones.

En las dos primeras décadas del siglo XXI, el mundo también ha presenciado grandes epidemias: en 2002-2003, el síndrome agudo respiratorio (SARS); en 2009, la influenza H1N1; en 2012, el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS); en 2014, el ébola, y a fines de diciembre de 2019, el SARS-CoV-2, que se propagó desde Wuhan, Hubei, China, a más de 200 países, para ser el responsable de más de un millón de muertes y 40 millones de casos en el mundo (octubre de 2020). Todo esto ha renovado el interés por la aplicación de las matemáticas en el estudio de las epidemias, dado que favorecen su control.

Precusores de la epidemiología matemática

La epidemiología es el estudio de la distribución y los determinantes de las enfermedades, eventos y estados de salud en la población, y la aplicación de este estudio al control sanitario. La epidemiología matemática utiliza modelos para analizar la dinámica de las enfermedades infecciosas y el efecto de las medidas de mitigación. Por sus aportes, podemos mencionar a varios precusores de estas disciplinas, comenzando por John Graunt, estadístico y demógrafo inglés (1620-1674), quien estudió

los registros semanales de las causas de muerte en las parroquias de Londres, y comparó el riesgo de morir por diferentes enfermedades en su libro *Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality* (1662). Un contemporáneo suyo, William Petty, filósofo, médico, economista y estadístico inglés (1623-1687), publicó sus estudios de los patrones de natalidad y mortalidad, y propuso, por vez primera, la creación de una agencia gubernamental para la recolección e interpretación de los nacimientos, casamientos y muertes.

El primer modelo en epidemiología matemática se atribuye a Daniel Bernoulli, un matemático, físico y médico holandés (1700-1782) que demostró que la esperanza de vida aumentaba eliminando la viruela mediante la variolización (inoculación de la viruela, procedimiento anterior a la invención de la vacuna).¹ Por su parte, John Snow, anestesiólogo inglés y médico de la reina Victoria (1813-1858), contribuyó a entender el mecanismo de transmisión de las enfermedades infecciosas, incluso antes de que se conocieran los agentes infecciosos, al reconocer el patrón temporo-espacial de la propagación del cólera en Londres, Inglaterra. A William Farr, estadístico y epidemiólogo inglés (1807-1883), pionero en la recolección y análisis de estadísticas de morbi-mortalidad, se le atribuye la descripción del comienzo, pico y declinación de una epidemia con una curva en forma de campana (Campana de Farr).

Otros médicos y científicos que hicieron grandes contribuciones a la epidemiología fueron Louis Pasteur (1822-1875),

¹ El cálculo de la esperanza de vida se basa en un modelo matemático que utiliza las tablas de mortalidad de una población o una generación determinadas, para estimar la expectativa de vida (en años) al nacer o a determinada edad; es un excelente indicador del impacto que tiene una medida preventiva como las vacunas, en este caso la de la viruela.

Robert Koch (1843-1910) y Joseph Lister (1827-1912), quienes concibieron la teoría germinal de las enfermedades infecciosas. Finalmente, ya en el siglo XX, resultó esencial el aporte de los modelos epidémicos compartimentales² que desarrollaron, entre 1900 y 1935, Ronald Ross, W. H. Hamer, W. O. Kermack y A. G. McKendrick, médicos en salud pública. El trabajo de Ross respecto a la dinámica de la transmisión de la malaria introdujo el concepto del número básico de reproducción o R_0 .

Número básico de reproducción: R_0

El R_0 o número básico reproductivo es un parámetro útil en la caracterización de las epidemias. Mide la velocidad con la que se propaga una infección y su potencial pandémico. Se refiere al número promedio de personas infectadas por un individuo, y se incluyen todos los casos secundarios afectados por uno primario. Es muy útil para determinar la proporción de la población que debe vacunarse a fin de evitar que una epidemia se propague. Si una enfermedad nueva entra en una población, ¿cuál es la probabilidad de que se extienda? La respuesta la da el parámetro R_0 :

- ▶ $R_0 < 1$: la enfermedad desaparece
- ▶ $R_0 = 1$: la enfermedad se vuelve endémica
- ▶ $R_0 > 1$: habrá una epidemia

La covid-19 tiene un R_0 de 2.68, lo que confirma su facilidad de expansión.

El modelo SIR

El avance de las matemáticas en cuanto a su diversidad y complejidad ha dado lugar a gran cantidad de subespecialidades que permiten abordar los problemas planteados por la epidemiología desde diferentes enfoques. Es el caso de las proyecciones que realiza y difunde el gobierno federal acerca de la evolución de la covid-19 en México; se basan en el modelo matemático

² En los modelos compartimentales la población bajo estudio se divide en compartimentos caracterizados por estadios relevantes de la enfermedad, y se realizan estimaciones acerca de la naturaleza y las tasas de transferencia entre los compartimentos.

co AMA, que es compartimental. Su punto de partida es el modelo SIR, el cual es muy ilustrativo y lo describiremos para comprender los fundamentos del AMA. El SIR puntualiza qué porcentaje de una población se encuentra en una de tres categorías relacionadas con una epidemia a lo largo del tiempo:

- ▶ Susceptibles (S), agrupa a quienes no han estado en contacto con la enfermedad y pueden contraerla.
- ▶ Infecciosos (I), los que enfermaron y todavía son foco de contagio.
- ▶ Recuperados (R), todos aquellos que contrajeron el padecimiento, pero ya no lo transmiten por haberse recuperado y ser inmunes, o por haber fallecido.

Las reglas que rigen la dinámica de estas clasificaciones se esquematizan en la figura 1: las personas de la categoría S pasarán a la I a un ritmo definido por la tasa de transmisión k_1 ; mientras que las de la categoría I pasan a la R a un ritmo dado por la tasa de recuperación k_2 . Si estas reglas se traducen en ecuaciones diferenciales y se resuelven, se obtienen resultados como los de la figura 2. En la curva punteada se observa que la fracción de personas infectadas aumentará gradualmente hasta llegar a un punto máximo, al que se conoce como acmé, y después disminuirá poco a poco hasta que todos estén en la categoría de recuperados. Es un modelo muy ilustrativo de brotes epidémicos del pasado, como la influenza española de 1918.

Además del SIR, existen otros modelos compartimentales clásicos que modifican las categorías y sus reglas de interacción para incluir características de diferentes tipos de epidemias. Por ejemplo, los modelos SEIR se aplican en enfermedades con periodos prolongados de incubación, como la varicela y el dengue, e incluyen la categoría "expuestos" (E), que agrupa a individuos infectados, pero que en periodo de incubación aún no pueden contagiar a otros. También están los modelos SIS, donde las personas pasan de susceptibles a infecciosas para luego regresar a susceptibles, como sucede en gran parte de las enfermedades de transmisión sexual (ETS), ya que solo algunas dejan inmunidad.

Figura 1. Diagrama de flujo del modelo SIR.

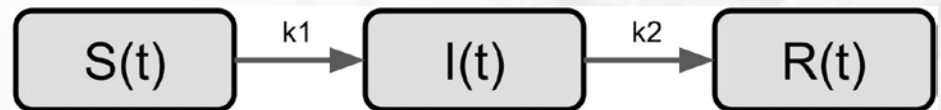
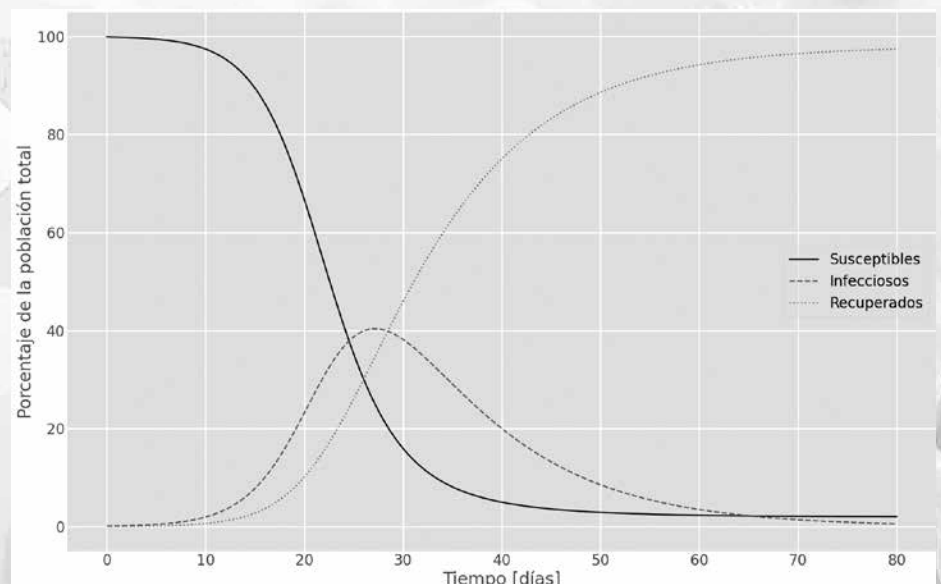


Figura 2. Solución típica del modelo SIR.



Herramientas computacionales en las prácticas modernas

Con la covid-19 están en auge los modelos matemáticos o simulaciones computacionales que ayudan a entender la compleja naturaleza y dinámica de la pandemia. Pese a que diariamente se genera una cantidad colosal de registros de datos, el abanico de posibilidades para el análisis y modelado epidemiológico-matemático es más amplio y robusto que en cualquier otro momento de la historia. Las herramientas computacionales cobran un rol destacado porque facilitan la aplicación de algoritmos y de nuevas metodologías, por ejemplo, el *big data*, el aprendizaje automático y las redes neuronales mediante sistemas de inteligencia artificial. Sin embargo, los modelos matemáticos solo son representaciones de la realidad, con incertidumbre y gran dependencia de datos de buena calidad; si estos son inconsistentes o poco fiables, las predicciones o estimaciones que se obtengan también lo serán, por muy sofisticado que sea el algoritmo que se utilice.

Las herramientas computacionales asimismo nos permiten resolver con mayor facilidad las ecuaciones que describen a los modelos matemáticos. Nos han mostrado el tipo de curvas que se obtienen con el modelo SIR, y esto nos permite ajustar los parámetros de las curvas a los datos registrados en el curso de una epidemia para predecir su comportamiento. A continuación mostramos un ejercicio de este tipo aplicado a la pandemia actual.

En la figura 3 se observa nuestra proyección de casos diarios acumulados y nuevos de covid-19 para Chiapas. Utilizamos dos métodos de modelación: la función logística, la cual se ajusta mejor a la subida de la curva epidémica, y la función Gompertz, para la bajada y determinación del acmé o pico máximo de contagios. Como nosotros, hay múltiples grupos de investigación en todo el mundo; por ejemplo, el del Instituto Tecnológico de Massachusetts creó una plataforma en línea con proyecciones de infectados y defunciones,

Figura 3. Proyecciones de covid-19 para Chiapas.

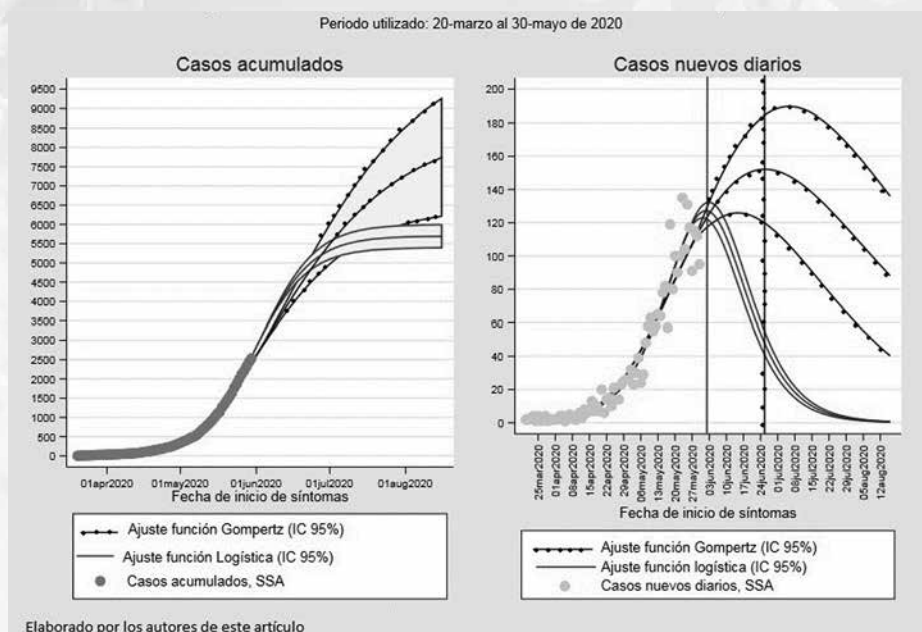
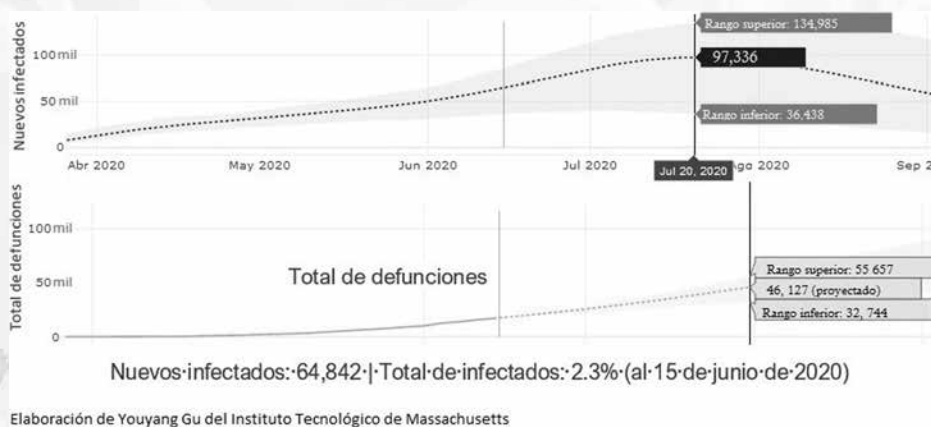



Figura 4. Aproximación al número real de infectados y muertes por covid-19 para México.



utilizando un modelo intuitivo que estima el número real de infectados y no solo aquellos con una prueba positiva a covid-19. Este modelo utiliza técnicas de aprendizaje automatizado (*machine learning*) y se autoactualiza diariamente para Estados Unidos, sus 50 estados y para más de 70 países. Véase la figura 4 para el caso de México (<https://covid19-projections.com/mexico>, consultado el 15 de junio de 2020).

En conclusión, una aplicación importante de los modelos matemáticos es apoyar la toma de decisiones y gestión de las epidemias, principalmente para determinar el impacto de las medidas de mitigación, identificar los grupos vulnerables, determi-

nar las necesidades de camas hospitalarias y otras acciones. No hay que olvidar que se trata de abstracciones que permiten elaborar inferencias y predicciones, pero a final de cuentas, debido a los medios de propagación del virus, serán las personas y su comportamiento lo que definan cómo se extiende la epidemia. 

Héctor Ochoa Díaz López es investigador del Departamento de Salud, ECOSUR San Cristóbal (hchoa@ecosur.mx). Roberto Solís Hernández es técnico académico del mismo departamento y unidad (rsolis@ecosur.mx). José Ocampo López Escalera es estudiante del Doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable de ECOSUR, (jose.ocampo@estudianteposgrado.ecosur.mx). César Irecta Nájera es investigador del Departamento de Salud, ECOSUR Villahermosa (cirecta@ecosur.mx).

Infodemia:

la otra epidemia de nuestro tiempo





¿Te has topado con los "cazabulos" al navegar en internet? Se trata de especialistas que persiguen noticias falsas o cuya fuente podría no ser confiable, lo que parece conveniente con el exacerbado flujo de información ligado a la covid-19. Con tantos mensajes —que además hacen aflorar a nuestro "epidemiólogo interior"— es difícil encontrar orientación adecuada, y la actual infodemia se torna peligrosa.

instinto humano básico: el miedo, mismo que nos hace partícipes de una fértil conexión social que propicia un flujo interminable de información sobre qué hacer y qué no hacer para prevenir o atender un contagio; muchas personas se sienten inducidas a reenviar las notas sin considerar su confiabilidad e impacto.

De acuerdo con los expertos, la sobreafluencia de comunicaciones donde lo correcto se entremezcla con lo falso, hace más tortuoso encontrar fuentes seguras y orientación válida. ¿Qué síntomas me indican que padezco covid-19, a qué centro médico debo acudir, me puedo automedicar para la fiebre, dónde realizan la prueba diagnóstica, qué tipo de mascarilla debo usar? Entre otras muchas, son preguntas que podrían responderse con una consulta en las páginas web de la Secretaría de Salud (SSA), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) o de la OMS.

Es justo reconocer que había un gran desconocimiento acerca del SARS-CoV-2 y esto aceleró la labor científica y comunicativa, lo que ha causado algunas contradicciones en esos ámbitos institucionales en más de una ocasión. Sin embargo, siguen siendo canales esenciales, y aun así acudimos con mayor frecuencia a las redes sociales y obtenemos datos de dudosa autenticidad y efectividad. Ya en marzo, la OPS refería que se habían subido a YouTube 361 millones de videos con el tema covid-19, se habían publicado en Google Scholar cerca de 19,200 artículos y en Twitter habían circulado 550 millones de mensajes que incluían los términos "coronavirus", "corona virus", "covid19", "covid-19", "covid_19" o "pandemia" ("Entender la infodemia y la desinformación en la lucha contra la COVID-19", <https://bit.ly/3nCULGL>).

¿Qué es la infodemia?

Al desproporcionado aumento de información que crece exponencialmente a causa de un evento, como la pandemia actual, se le denomina infodemia, según coinciden la OMS y otras fuentes. Muchas personas escuchamos por primera vez este neologismo en febrero, cuando el director general de la OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus, durante la Conferencia de Seguridad en Múnich, Alemania, proclamó una contundente frase: "*We're not just fighting an epidemic; we're fighting an infodemic*" ("No estamos luchando solo contra una epidemia; estamos luchando contra una infodemia").

Es un fenómeno que además coincide con un entorno de múltiples redes sociales que amplifican la información, desinformación y rumores, favoreciendo la manipulación de datos. A todos nos llegan comunicaciones sesgadas o mentirosas acerca del SARS-CoV-2 y la covid-19: origen, causa, tratamiento, prevención y mecanismos de propagación. ¿Quién no ha recibido en un solo día alrededor de tres memes, un par de videos y algunas notas relacionadas con el SARS-CoV-2?

El tiempo se convierte en un reto para los expertos que deben informar asertivamente acerca de la pandemia, pues lo que está en juego es asegurar que las personas hagan lo correcto para controlar la enfermedad o mitigar su impacto. Como señala la OPS, el acceso a la información fidedigna, en el momento oportuno y en el formato apropiado, es un factor decisivo para detener el avance de la covid-19.

El éxito de las noticias falsas

Es una opinión ampliamente compartida que las noticias falsas (bulos o *fake news*) se propagan con mayor rapidez y alcance

Rosario García Miranda y Enrique Eroza Solana
 “**T**engo miedo! Por eso no me pierdo ni una de las conferencias de López Gatell. Además me informo, estoy en varios grupos y me llegan las noticias de los periódicos nacionales a mi Twitter. Todos los días lo reviso en la mañana y antes de dormir. ¡Ah! También a mi Facebook me llega mucha información que me comparten y también comparto”.

Esto es parte de una conversación escuchada por casualidad y ejemplifica lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define como *infodemia*, el neologismo que llegó para quedarse, al igual que ocurrió con el SARS-CoV-2 —el nuevo coronavirus—, causante de la enfermedad covid-19. Este último término ya forma parte del léxico cotidiano del mundo entero y suele activar un

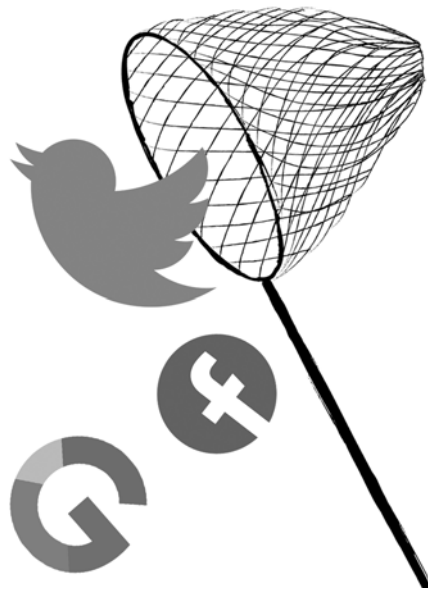
que las verídicas, al grado de que es difícil distinguir entre unas y otras. Las primeras se diseñan con premeditación para llenar los vacíos de nuestro entendimiento, sin que nos percatemos de que son mensajes demasiado parciales o incluso absurdos, presentados como conocimiento científicamente validado.

Existe una clara tendencia a difundir y asimilar la desinformación con rapidez, provocando cambios de comportamiento que pueden llevar a que las personas se expongan a mayores riesgos sin estar conscientes de ello. Por ejemplo, en un supermercado, un señor "se peleaba" con las bolsas de plástico para guardar sus víveres. Desesperado, bajó su cubrebocas para mojarlos los dedos con saliva y abrir la bolsa, y luego se lo volvió a colocar con premura. Para él lo importante era tener puesta la mascarilla, sin considerar su manejo apropiado.

Una razón para el éxito de las noticias falsas es que suelen tratar temas sensacionalistas que suscitan emociones y reacciones fuertes, normalmente negativas, como miedo, ira, molestia o decepción. Los ataques al personal de salud y a instalaciones médicas y del gobierno, o el bloqueo de actividades de protección y prevención como la fumigación, son apenas una muestra. Así ocurrió en ciertas localidades de Chiapas, cuando los pobladores se oponían a medidas de sanitización o a la fumigación contra el dengue, por considerar que la intención era esparcir el coronavirus.

Otro rasgo seductor son las extravagancias. Entre muchas otras noticias, que a veces mantienen un trasfondo político, las más llamativas son las relativas a las teorías conspiratorias que afirman que el virus fue creado en laboratorio para desencadenar una crisis económica.

Para contrarrestar la propagación de noticias falsas o bulos, la OMS ha coordinado a un grupo de expertos al estilo de cazafantasmas, conocidos como *cazabulos*. Este grupo trabaja con equipos de compañías como Facebook, Google, Pinterest, Tencent, Twitter, TikTok o YouTube, para alertar res-



pecto a contenidos sin fundamento suficiente o notoriamente tramposos. Aun así, que levante la mano quien nunca se haya visto tentado en creer algunas de estas notas... Apostamos a que serán pocas manos levantadas.

¿Cómo combatir la infodemia?

A partir de esta pandemia, a gran parte de la población le será familiar la palabra epidemiólogo. Más aún, hemos descubierto a ese epidemiólogo que llevamos dentro, y en las pláticas cotidianas es común hablar sobre curvas, picos y aplanamientos. Asumimos que en México algo tienen que ver las conferencias vespertinas del subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud, el doctor Hugo López Gatell e invitados. Sin embargo, cuando la información científica se contamina con un sinfín de notas y opiniones dudosas, los datos se distorsionan.


Nos preguntamos si debimos habernos acercado, guardando la sana distancia, a la persona que narra sus averiguaciones en las redes sociales en torno al SARS-CoV-2. Quizá debimos haberle compartido algunas fuentes que ayudan a seleccionar mejor la información en la que basamos nuestras acciones frente al coronavirus, pero, ¿nos escucharía?

En México, diversas instituciones públicas y privadas, interesadas en que la pobla-

ción acceda a orientación confiable, están organizando foros, seminarios y otras estrategias en las que participan académicos de diferentes campos de conocimiento. Por su parte, las instituciones de salud han abierto secciones informativas en sus páginas de internet, y desde luego están las ya mencionadas conferencias de López Gatell. En el ámbito internacional, la OMS ha publicado documentos de consulta y ha abierto espacios de interacción con especialistas.

Finalmente, en lo que nos corresponde como personas usuarias de las redes sociales, debemos atender al menos estas cinco medidas propuestas por expertos en tecnología educativa:

1. Ser crítico con lo que se reciba por las redes sociales.
2. No dejar notas falsas en nuestras páginas o perfiles personales y pedir a quien las compartió, que las elimine.
3. Notificar acerca de datos incorrectos o simulados a los administradores de la plataforma donde se publicaron.
4. Tomarse el tiempo para verificar los mensajes recibidos antes de reenviarlos.
5. Ser más activos al compartir información autenticada que quienes circulan datos adulterados.
6. No estar constantemente buscando material sobre el coronavirus.

Queremos remarcar la responsabilidad de todos para frenar la propagación de la covid-19. Cada acción individual cuenta y esto también se aplica a la lucha contra la desinformación, que mezcla hechos, rumores y noticias falsas. Informémonos a través de fuentes oficiales, tratemos de consultar a personas con conocimientos probados y apelemos al bien común al tomar decisiones sobre los mensajes que transmitimos. 

Rosario García Miranda es asistente de investigación en el Departamento de Salud, ECOSUR San Cristóbal, y profesora de la Escuela de Lenguas, UNACH-Campus III (rgmiranda7@gmail.com). Enrique Erosa Solana es investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (enriquesol@yahoo.com).

¿Mi mascota está a salvo?



KORINNA NEUNINGER

La historia de nuestra civilización ha estado acompañada por algunos amigos de cuatro patas, principalmente perros y gatos. Solemos establecer con ellos vínculos estrechos y muy importantes en varios sentidos, pero debemos saber que pueden ser portadores de agentes infecciosos que nos afectan. Al respecto, ¿qué ocurre con el coronavirus y nuestras mascotas?



SUSANA MORENO

La historia de ciencia ficción "La jaula", de Bertram Chandler, trata sobre un grupo de humanos capturados por extraterrestres para ser estudiados; el relato señala que los alienígenas observaron que los cautivos habían adoptado a un ratón como mascota, lo cual fue su salvación pues por eso los reconocieron como especie inteligente y los liberaron.

Las mascotas, sobre todo perros y gatos, nos han acompañado por miles de años. Originalmente cumplieron funciones pragmáticas; nos ayudaron a sobrevivir

protegiéndonos y cazando con nosotros, lo que hizo posible nuestro desarrollo a tal nivel, que usted, amable lectora o lector, puede acceder digitalmente a este texto que se transporta en forma de unidades intangibles de información a través de una red satelital de comunicación.¹

Hoy en día existe suficiente evidencia científica que comprueba los efectos positivos de las mascotas sobre la salud men-

¹Si estás leyendo esta revista en su versión impresa, puedes acceder a la versión digital en: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras>

tal de las personas. Además, dejan de ser "animales" y se vuelven familia; les ponemos nombre, celebramos cuando aprenden un truco, les brindamos cuidados y sufrimos al ver cómo envejecen más rápido que nosotros y fallecen.

Perros, gatos y seres humanos, una historia común

En una publicación de la prestigiada revista *Science*, se asevera que los primeros perros (*Canis lupus familiaris*) surgieron en Europa hace más de 18 mil años a partir de lobos (*Canis lupus*) domesticados por los humanos. El estudio señala que existen registros de fósiles de hace 19,000-32,000 años, cuando la población cazadora-recolectora era dominante; la información revela que la domesticación no fue muy rápida. Una teoría resalta que los perros antiguos empezaron a acercarse, alimentándose de las sobras de nuestra caza; otros expertos afirman que el vínculo se produjo cuando los humanos ya se habían especializado en la agricultura y los lobos se aproximaban a las aldeas en busca de restos de comida. Sea como sea, los amigos caninos se convertirían en ayudantes de cacería, recolectores de ganado, protectores contra otras tribus y acompañantes. Milenios después, seleccionamos diferentes razas según su conducta, apariencia y tamaño, entre otras características. Se calcula que existen al-

rededor de 900 millones de perros en el mundo.

Los gatos modernos (*Felis catus*) son otra historia. Los estudios paleontológicos realizados por la Universidad de Lovaina en Bélgica y el Real Instituto Belga de Ciencia Naturales señalan que este felino descende del gato salvaje (*Felis silvestris lybica*) de África y Oriente Medio. Su comportamiento es famoso por ser opuesto al del perro: son independientes, raras veces celebran la compañía humana y aun así, son amados. La domesticación ocurrió hace unos 8,000-10,000 años, y la hipótesis más aceptada es que se "domesticaron" a sí mismos: resultaban útiles en la búsqueda de especies dañinas, como ratas y ratones, y migraron con los grupos humanos al obtener sustento y protección. Se calcula que existen de 200 a 600 millones de gatos en el mundo.

Desafortunadamente, como todo ser vivo, canes y felinos son susceptibles a diferentes enfermedades que pueden transmitir a las personas; a estos padecimientos se les conoce colectivamente como *zoonosis*, y varios pueden ser muy graves para las tres especies.

Algunas zoonosis riesgosas

A continuación revisaremos algunas patologías zoonóticas ligadas a perros y gatos, para contextualizar la pandemia de covid-19.

Quizá la más famosa es la rabia. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), causa 60 mil muertes anuales en el mundo, en especial en Asia y África. En México se encuentra en animales silvestres, como murciélagos, mapaches, zorros y zorrillos, y desde 2019 la OMS reconoce que se eliminó la transmisión por perros. Se transfiere por la mordedura o contacto con la saliva de un animal rabioso, y sin atención médica es mortal cuando el virus alcanza el cerebro. Se previene vacunando a las mascotas y no acercándose a los animales silvestres. Otra enfermedad es la toxoplasmosis, causada por un protozoo (*Toxoplasma gondii*) que parasita a mamíferos y aves, aunque los felinos son los únicos hospederos de su forma sexual. Los humanos pueden contagiarse consumiendo carne poco cocida de animales con quistes, alimentos o agua expuesta a heces de gato, o bien, por muestras ambientales, como al cambiar la caja de arena de la mascota. Se forman quistes de tejido, comúnmente en músculo esquelético, miocardio, cerebro y ojos.

Podemos mencionar también la leptospirosis, que es potencialmente mortal. Es endémica en las regiones tropicales y suele originar epidemias después de fuertes lluvias e inundaciones. Se produce por la exposición directa o indirecta a la orina con leptospiras proveniente de animales hospederos. Aunque muchas criaturas salvajes y domésticas sirven como reservorios, la rata (*Rattus norvegicus*) es la fuente más significativa de contagio en humanos. Perros y gatos son útiles para ahuyentar a las ratas, pero es importante vacunarlos para evitar que se infecten.

Por otra parte, la enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana, endémica en 21 países de América, es causada por el protozoo flagelado *Trypanosoma cruzi*. Se transmite a las personas por insectos hemípteros de la subfamilia Triatominae, chupadores de sangre (chinche besucona, hocicona, chipo o barbeiro); estas chinches se infectan por animales por-



SUSANA MORENO



tadores: roedores, marsupiales y otros, incluyendo perros y gatos que pueden llevar el *T. cruzi* en su sangre, ir a las viviendas humanas, encontrar en ellas al hemíptero y desencadenar ciclos de transmisión urbanos. La leishmaniasis también es producida por parásitos protozoarios (varias especies de *Leishmania*), es endémica de regiones tropicales y subtropicales y se transmite mediante moscas chupadoras de sangre (*Phlebotomus* y *Lutzomyia*). Los perros, además de infectarse, pueden alojar uno de los parásitos que provocan un tipo mortal de la enfermedad.

¿Qué ocurre con la covid-19?

Todas estas afecciones, conocidas como enfermedades emergentes, han sido consecuencia de nuestro modelo económico contemporáneo; del irresponsable movimiento masivo de animales para consumo humano y como mascotas no convenciona-

les; de la destrucción de selvas y otros ecosistemas, la expansión de los monocultivos y todo lo que implica la pérdida de biodiversidad. Sabemos del desdén, la ignorancia y conformismo político de los gobiernos para frenar tal devastación.

Numerosas autoridades científicas habían predicho que algún agente infeccioso de tipo viral afectaría a la humanidad en cierto momento ("la enfermedad X"), que podría surgir de la naturaleza y transmitirse desde un reservorio animal. Aún se discute el origen del virus SARS-CoV-2, causante de la actual pandemia de covid-19, pero debió emerger de un mamífero intermediario con receptores capaces de infectar al humano. Poco después de los primeros casos reportados en diciembre de 2019, a un perro de raza pomerania se le encontró SARS-CoV-2 en Hong Kong, en febrero de 2020. En marzo, un pastor alemán y un gato tuvieron el mismo diagnóstico. En

abril, en un zoológico del barrio del Bronx en Nueva York, una tigresa resultó igualmente positiva. Los animales habían tenido contacto con personas infectadas, y los hallazgos despertaron la curiosidad de epidemiólogos, veterinarios, científicos y público en general; si canes y felinos eran susceptibles al nuevo coronavirus, ¿las mascotas podrían constituir un riesgo de contagio para otros animales o sus dueños?

En México opera la Comisión México-Estados Unidos para la Prevención de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas de los Animales (CPA, <https://bit.ly/34WbLz8>). Cuenta con personal especializado y laboratorios de alta bioseguridad (BSL3) para el manejo de agentes infecciosos como el SARS-CoV-2. Ante la alerta sanitaria, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) —a través de la Dirección General de Salud Animal—, junto con otras instituciones, estableció un protocolo de atención de mascotas y animales salvajes en cautiverio, como tigres y leones, para recibir notificaciones de sospechas de covid-19 por vía de la CPA. Se han atendido unos 15 avisos relacionados con perros, gatos y un tigre de Bengala, con dos muestras positivas a SARS CoV-2 en canes de la Ciudad de México. Todos estuvieron en contacto estrecho con personas infectadas, no presentaron cuadros severos de la enfermedad y se recuperaron sin problemas.

Entonces, dado que perros y gatos son susceptibles de infectarse, conviene resguardarlos si la covid-19 llegara a sus familias humanas, pero afortunadamente no existe evidencia de que puedan ser transmisores del coronavirus a personas. No hay razón para que el vínculo con nuestras mascotas se vea afectado. 🐾

Para mayores informes de covid-19 y animales domésticos, favor de visitar las siguientes páginas: <https://bit.ly/2IrXna5> y <https://bit.ly/3iY4KTs>

Héctor M. Díaz-Albíter es investigador del Departamento de Salud, ECOSUR Villahermosa (diazalbit@ecosur.mx) e investigador asociado a la Universidad de Glasgow, Reino Unido. Roberto Navarro López es director de la CPA del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (roberto.navarro@senasica.gob.mx).



Plantas contra virus



Las plantas son generosas con nosotros desde cada ecosistema donde están presentes; en el huerto, cuando podemos obtener de ahí un ingrediente para cocinar, y hasta en las macetas que conservamos en casa solo por gusto. Pero tienen un rol aún más importante en nuestra calidad de vida por sus componentes bioactivos, con lo que muchas son agentes antivirales y fortalecen nuestro sistema inmunológico.

Zandy Evelyn Olivo Vidal y Xariss M. Sánchez Chino

Fortalecimiento del sistema inmune

Plantas contra zombies es un popular videojuego en el que varias oleadas de "muertos vivos" tratan de llegar a una casa y comerse el cerebro de sus habitantes; los jugadores deben utilizar las plantas del jardín como defensa: maíz, guisantes, cerezas, nueces, papas, chiles, calabazas, cactus y otras más, cada una con un poder especial para atacar a los comecebros. Aunque la vida real es obviamente más compleja, la trama del juego funciona para ejemplificar el potencial de las plantas; diversas moléculas que las integran presentan características capaces de detener o eliminar agentes patógenos, así que pueden sernos de mucha ayuda.

En nuestro organismo, el sistema inmunológico o inmune es el encargado de defendernos contra infecciones bacterianas o virales; se compone de diferentes células, por ejemplo, los glóbulos blancos, responsables de reconocer las amenazas y actuar para eliminarlas. Para mantenerlo en perfectas condiciones hay factores clave, como una buena alimentación, hábitos de sueño saludables, actividad física y medidas de higiene adecuadas. Aquí es donde las plantas son esenciales. Cuando las incluimos en la dieta, estamos reforzando nuestro sistema inmune con agentes antivirales naturales, una de sus muchas propiedades.

Vulnerabilidad hacia los virus

Los virus son partículas submicroscópicas que se encuentran entre lo vivo y lo inerte. Sus componentes son similares a los de las células vivas, pero requieren la ayuda de estas para replicarse o reproducirse, y para propagarse.¹ Cuando ingresan a nuestro cuerpo, el sistema inmunológico se encarga de combatirlos, aunque no siempre lo logra.

Como consecuencia de la gran variedad génica, mecanismos de transmisión, persistencia y eficiencia de replicación, los virus se han adaptado a todas las formas de vida y ocupan numerosos nichos ecológicos que derivan en enfermedades infecciosas diseminadas en humanos, plantas y animales. Las infecciones virales pueden ser benignas (las verrugas son un caso), moderadas (por ejemplo, la gripe) o de mayor riesgo, como ocurre con la enfermedad covid-19, un síndrome respiratorio agudo provocado por el SARS-CoV-2, el nuevo coronavirus.

Si bien los avances científicos han sido extraordinarios, todavía somos vulnerables a los padecimientos por virus ya conocidos o recién identificados; cuando pueden prevenirse con vacunas, el desarrollo de estas no es tan rápido como lo necesitamos. Una alternativa siempre ha sido la fitoterapia o herbolaria, es decir, el uso de plantas o de sustancias vegetales como un método de cura o prevención. Ellas refuerzan nues-

¹ Revisar "Los virus, ni vivos ni muertos", *Ecofronteras* 69, <https://bit.ly/3l2BahT>

tro sistema inmunológico o pueden fungir como una fuente de biomoléculas antivirales dado que contienen compuestos que actúan contra el virus. No se trata de "productos milagro" capaces de aliviar cualquier afección, sino de métodos ligados a la composición química de la flora; es importante identificar las moléculas, dosis, frecuencia y el momento de usarlas.

Compuestos bioactivos con efecto antiviral

Los compuestos bioactivos son uno de los componentes de las plantas y resultan fundamentales desde el punto de vista medicinal.² Son tan efectivos que en ocasiones se usan en fórmulas farmacéuticas comerciales, aislándolos de las plantas. Es el caso del ácido shikímico que funciona para producir el oseltamivir, o sea, el principio activo del Tamiflu, un medicamento aprovechado en el tratamiento de la influenza; hasta el momento no se ha logrado sintetizar en los laboratorios, así que se extrae del llamado anís estrellado de la China (ver cuadro 1).

Estos estudios cobran fuerza en el contexto de la actual pandemia, pues aunque el SARS-CoV-2-19 es un virus relativamente recién descubierto y se sabe poco de él, se ha identificado que tiene similitudes con otros ya conocidos que afectan a los

² En "Pequeños ingredientes grandes resultados", *Ecofronteras* 24, se explica cómo funcionan y qué son los principios activos, <https://bit.ly/2GFAlpM>

Cuadro 1. Compuestos aislados de plantas con efecto antiviral.

Planta	Compuestos activos	Virus	Función
Anís estrellado de la China (<i>Illicium verum</i>)	Ácido shikímico	Influenza	Precursor del oseltamivir, inhibidor específico del virus. Reduce las complicaciones y la transmisión de la influenza.
Plantas de la especie <i>Calophyllum</i>	Calanólidos	VIH-1 (virus de la inmunodeficiencia humana)	Células linfoblásticas.
<i>Stephania tetrandra</i>	Saponinas y alcaloides	H-CoV y VIH-1	Inhiben la muerte celular en etapas tempranas de la infección (probado a nivel laboratorio) y la replicación de VIH-1.

Cuadro 2. Algunas plantas usadas contra virus que afectan el sistema respiratorio.

	Principales compuestos bioactivos	Aplicación	Forma de uso
Sauco* (<i>Sambucus nigra</i>)	Aceites esenciales, flavonoides, taninos, ácidos orgánicos, alcaloides, vitaminas A y C, glucósidos (rutina y sambunigrina).	Tratamiento de la gripe, resfriado, alergias y sinusitis. Reduce la duración e intensidad de los síntomas. Descongestión de la nariz tapada, cura la inflamación de las membranas mucosas.	Suplementos, jarabe e infusiones.
Jengibre** (<i>Zingiber officinale</i>)	Terpenos y aceite esencial (gingerol).	Infecciones virales y fiebres. Agente antiséptico, limpiador linfático y circulatorio, antioxidante y antiinflamatorio. Antigripal expectorante. Desintoxicante.	Fresco o seco en té o infusiones.
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	Alicina, sulfóxidos, polifenoles.	Gripe y resfriado común, bronquitis y asma. Fortalece la capacidad del sistema inmune para combatir los gérmenes y aumenta la respuesta de los glóbulos blancos.	Recién machacado, mezclado con miel.
Caléndula (<i>Calendula officinalis</i>)	Flavonoides, aceites esenciales y polisacáridos de alto peso molecular.	Virus de la gripe y herpes. Atrapadora de radicales libres, propiedades inmunoestimulantes.	Tintura preparada con flores.
Buganvilla (<i>Bougainvillea Glabra Choisy</i>).	Flavonoides, glicósidos saponínicos, triterpenos, taninos y ácido gentísico, proteínas (en la raíz).	Tos, asma, bronquitis, gripa y tosferina, expectorante, reduce la fiebre. Una proteína identificada en la raíz impide la replicación del virus.	Infusión de las flores y raíces.

*Contiene precursores de ácido cianhídrico, un veneno que puede ser letal, ya que no permite respirar.

** Efecto hipoglucemiante (disminución de los niveles de glucosa en sangre).

mismos órganos; por ejemplo, presenta síntomas y signos parecidos al H-CoV (coronavirus humano). ¿Por qué es relevante esto? En un estudio ligado a los pulmones (hasta hoy principal órgano afectado por la covid-19), un grupo de científicos de Corea del Sur reportó que la planta *Stephania tetrandra* contiene diferentes saponinas capaces de evitar la replicación del H-CoV, por lo que podría ser parte de un tratamiento para prevenir la infección por el nuevo coronavirus, reportado por primera

vez en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China. Las saponinas son compuestos muy eficaces para producir acciones expectorantes y antiinflamatorias.

Cabe mencionar que en la fitoterapia se utilizan las plantas completas: flores, semillas, hojas, tallos y raíces; se preparan en té, infusiones, vaporizaciones, ungüentos o extractos, para tratar desde leves males hasta enfermedades virales. Con frecuencia se les mezcla entre sí, o se les usa en combinación con fármacos; por ejemplo, el toronjil actúa de manera sinérgica con medicamentos antivirales en la influenza aviar (H9N2).³ La acotación es interesante, en especial si se observa que los virus han mostrado una creciente resistencia a los medicamentos.

Fitoterapia en las infecciones respiratorias

Varios virus, como el SARS-CoV-2-19, H-CoV y VIH-1, y bacterias, como *Mycobacterium tuberculosis* o bacilo de Koch (causante de la tuberculosis), atacan a los pulmones pues

estos son el "objetivo". Las infecciones respiratorias que así aparecen, afectan desde oídos, nariz y garganta hasta los pulmones y constituyen un importante problema de salud pública, pues resultan con la mortalidad más alta en el mundo; de ahí la importancia del estudio de alternativas para su tratamiento.

En el cuadro 2 enlistamos algunas plantas con efectos positivos contra enfermedades infecciosas de las vías respiratorias; no obstante, como todo remedio tradicional, su consumo tiene contraindicaciones y dosis máximas permitidas, por lo que es importante consultar a personas expertas. Desde luego, se debe mantener una buena higiene y seguir las instrucciones de los médicos.

Sin duda alguna, las plantas son grandes aliadas para mantener y mejorar nuestra salud, ayudando a nuestro organismo de forma directa en el combate de virus y otros agentes extraños e infecciosos, y de forma indirecta, reforzando nuestras defensas al fortalecer el sistema inmunológico. 🌀

Zendy Evelyn Olivo Vidal es técnica académica del Departamento de Salud, ECOSUR Villahermosa (ozendy@ecosur.mx). Xariss M. Sánchez Chino es investigadora Cátedra CONACYT del Departamento de Salud, ECOSUR Villahermosa (xsanchez@ecosur.mx).



Planta de la familia de las Melastomataceae, utilizada en el Ejido Chajul, Ocosingo, Chiapas, para prevenir enfermedades respiratorias.

³ El sinergismo implica un efecto mayor cuando dos sustancias se consumen combinadas.

Las pruebas diagnósticas del nuevo coronavirus



Detectar el nuevo coronavirus en el organismo humano no ha sido tarea fácil, sin embargo, las pruebas diagnósticas continúan demostrando sus bondades para comprender la evolución de la covid-19 y como soporte en la toma de decisiones de salud pública, de modo que los estudios para su desarrollo y perfeccionamiento son indispensables.

Utilidad de diagnósticos confirmatorios

El SARS-CoV-2, nuevo coronavirus, sigue afectando a gran parte de la población del mundo. Se han tomado diversas medidas para enfrentar la pandemia, pero realizar el diagnóstico confirmatorio de la infección es crucial para mejorar las decisiones de salud pública. Al respecto, sobresalen la *retrotranscripción de la reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR)*, que detecta materia viral durante la infección, y los *inmunoensayos ligados a enzimas (ELISA)*, que son útiles en estudios de seroprevalencia, es decir, para saber si hubo generación de anticuerpos contra el virus y así pueda saberse si se tuvo contacto con él, aun de forma asintomática.

Según Tara Smith, epidemióloga de la Universidad Estatal de Kent, las pruebas diagnósticas masivas permiten que algu-

nos indicadores de salud se calculen eficientemente, por ejemplo, el porcentaje de la población infectada (incluyendo a los enfermos asintomáticos), lo que da certidumbre para calcular la tasa de mortalidad y determinar qué tan lejos puede estar la "inmunidad de rebaño". Las pruebas diagnósticas sirven también para conocer qué tanta población se ha vuelto inmune por vacunación o por una infección pasada, y empezar a analizar la duración de la inmunidad.

En la actualidad se han realizado investigaciones poblacionales para determinar anticuerpos a SARS-CoV-2 (estudios serológicos); sin embargo, en muchas de las pruebas ha faltado verificar la calidad de los ensayos por parte de terceros. El Instituto Johns Hopkins es una buena opción para revisar el estatus de la validación y

César Antonio Irecta Nájera, Jessica Paola Cruz Cruz y Soraya Amali Zavaleta Muñiz

características de las pruebas serológicas (<https://bit.ly/30CEeZc>).

Pruebas para el diagnóstico de SARS-CoV-2

Aunque las técnicas para la identificación de virus son numerosas, muchas son de gran complejidad técnica y se utilizan principalmente en la investigación científica; es el caso de la microscopía electrónica, la secuenciación genética y el aislamiento viral (cultivo de virus en células). En cambio, las pruebas serológicas de ELISA, las de microscopía inmunofluorescente, las moleculares como la RT-PCR, y la detección de partículas virales por Western Blot, si bien son especializadas, requieren de menos infraestructura, por lo que son más usadas en la práctica rutinaria. En México, los laboratorios estatales de Salud Pública y del Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia (INDRE) cuentan con las capacidades técnicas y de infraestructura para diagnosticar el SARS-CoV-2.

En este artículo abordamos las pruebas moleculares y las serológicas, para brindar referencias que permitan entender sus principios básicos y la información que cada una puede darnos.

Pruebas moleculares

La prueba más utilizada y confiable ha sido la reacción en cadena de la polimerasa de transcripción inversa en tiempo real (RT-PCR, por sus siglas en inglés), la cual se orienta a la identificación del contenido genético específico del virus. De acuerdo con Nandini Sethuraman del Departamento de Microbiología e Investigación Molecular de la Universidad Médica de Yokohama, en la mayoría de las personas con síntomas de covid-19 se pueden detectar las partículas virales desde el primer día de los síntomas y hay mejores resultados a finales de la primera semana. La capacidad de detección disminuye a partir de la tercera semana (figura 1), no obstante, se ha hallado ARN vi-

ral después de la sexta, algo infrecuente y de lo que todavía no está claro si se trata de reinfección o reactivación del virus.

Además de la técnica clásica, se están desarrollando y evaluando otros métodos moleculares, como la amplificación isotérmica (LAMP, por sus siglas en inglés), los microarreglos y las CRISPR.

Pruebas serológicas

Las pruebas serológicas se realizan en el suero sanguíneo y constituyen una forma de diagnóstico indirecto mediante la evaluación de los anticuerpos: la inmunoglobulina M (IgM) y la inmunoglobulina G (IgG). Su detección indica que un individuo tuvo contacto (infección) o mantiene memoria inmunológica contra las partículas del virus.

Las concentraciones de estos anticuerpos comienzan a aumentar a partir de la segunda semana de iniciados los síntomas (figura 1), principalmente la IgM, con su punto máximo en la tercera semana para

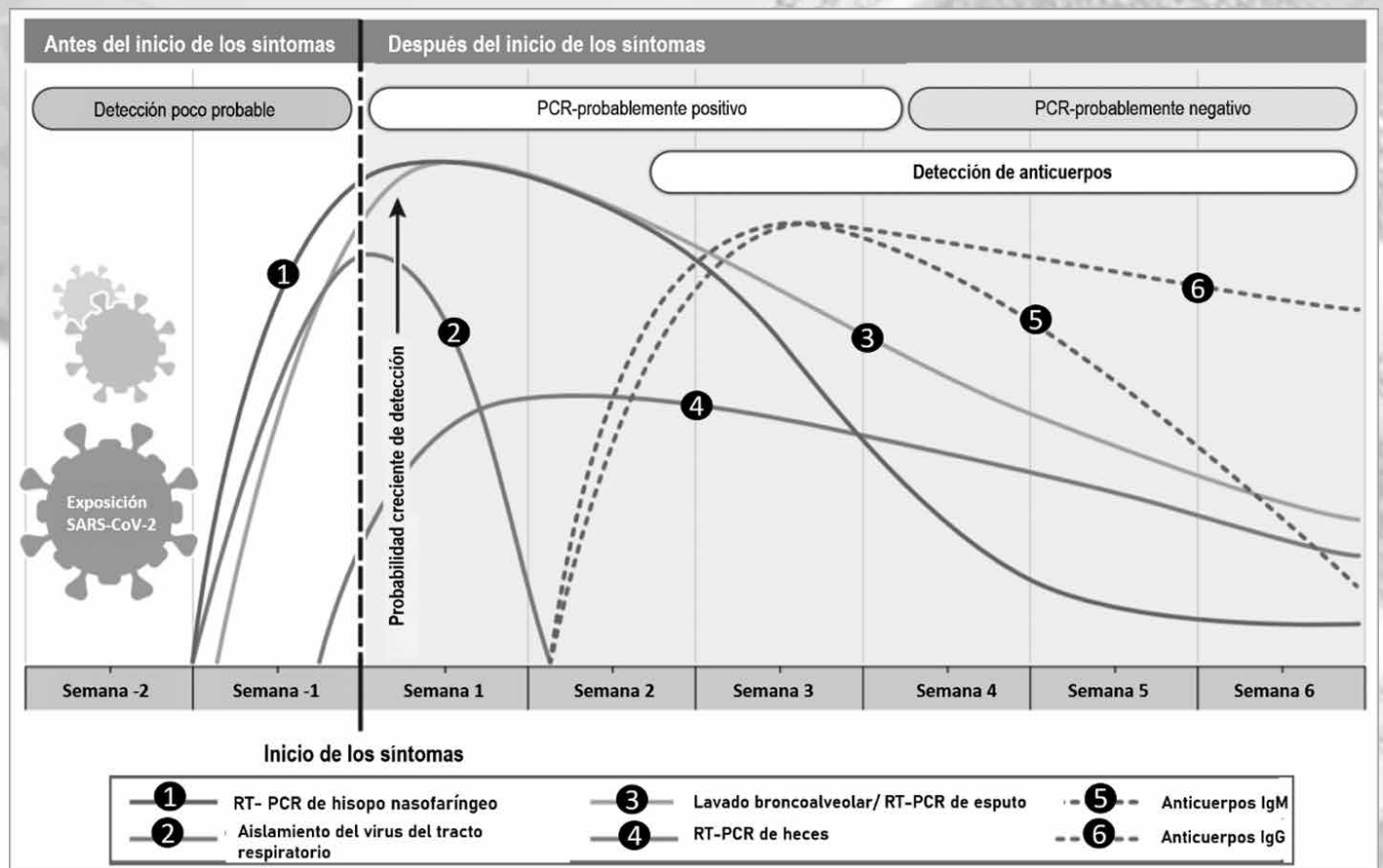


Figura 1. Tiempo de evolución de síntomas y positividad de las pruebas serológicas y moleculares (adaptado de Sethuraman, N., Jeremiah, S. y Ryo A., 2020. *Interpreting diagnostic tests for SARS-CoV-2*. Jama).

decaer en la sexta. Sin embargo, los niveles de IgG se mantienen presentes a partir de la tercera semana. El inmunoensayo enzimático (ELISA) es muy requerido para la determinación de anticuerpos para el SARS-CoV-2, pues es más eficiente que otros métodos como la inmunocromatografía en papel (o pruebas rápidas).

Las pruebas serológicas son importantes para identificar pacientes con cuadros de la enfermedad leves o moderados, además de ser útiles para quienes se las aplican después de las primeras dos semanas de comenzados los síntomas. Por otra parte, son una valiosa herramienta para comprender el alcance de la covid-19 en la población e identificar a los individuos inmunes o potencialmente "protegidos" (no es seguro que alguien pueda o no volver a infectarse).

Pruebas complementarias para covid-19

El primer paso para la identificación del SARS-CoV-2 es el diagnóstico clínico. El médico buscará los signos y síntomas propios de la infección por este coronavirus, como fiebre mayor a 37.7°C, más de 22 respiraciones por minuto, tensión arterial disminuida, dificultad respiratoria, cianosis (coloración morada en labios, cara y dedos) y saturación de oxígeno en sangre menor al 92%. Con esta sintomatología un individuo puede cata-


logarse como un caso sospechoso, aunque existen otros estudios que apoyan la impresión clínica, entre ellos:

Evaluación imagenológica. Se ha observado que la tomografía computarizada (TCT) es muy útil para la valoración pulmonar y de seguimiento en los pacientes, y puede mostrar datos importantes incluso antes del inicio de los síntomas (figura 2). Su valor es complementario en personas sintomáticas con pruebas de RT-PCR negativas (falsos negativos, en los que hay que repetir esa prueba o realizar una de tipo serológico).

Oximetría y gasometría. La oximetría de pulso es una herramienta simple, continua, no invasiva y útil en la vigilancia de la mecánica ventilatoria, que mide de forma indirecta el porcentaje de hemoglobina saturada de oxígeno. Los valores normales de saturación (SpO_2) suelen ser de 95% en adultos sin afección pulmonar y de 96% en pacientes pediátricos. En caso de SpO_2 menor de 92%, se debe iniciar el uso de oxígeno suplementario si hay dificultad respiratoria.

Estudios de laboratorio. Los pacientes con covid-19 presentan altos grados de inflamación por activación del endotelio vascular y las plaquetas, lo que se traduce en daño en tejidos secundario por la formación de coágulos (o trombosis). La disminución del número de plaquetas (<100.00 por mi-

cro litro) y la elevación del dímero-D (mayor de 1.0 mg/L) se relacionan con un peor pronóstico en la evolución de la enfermedad, probabilidad de ventilación mecánica invasiva y cuidados intensivos; por desgracia, el riesgo de muerte aumenta. Estos estudios de laboratorio pueden orientar al personal de salud para determinar el ingreso del paciente a una unidad de cuidados intensivos.

Dado que los resultados confirmatorios por RT-PCR no son inmediatos, es importante iniciar tratamientos de soporte vital con apoyo de las pruebas complementarias para limitar la progresión del daño, sin olvidar que las pruebas diagnósticas son un eje fundamental para el seguimiento de casos, monitoreo de pacientes y como elemento de análisis para la reapertura económica. No obstante, los métodos avalados son sumamente especializados y hay pocas instancias en el país con infraestructura adecuada, por lo que es necesario que se desarrollen pruebas sensibles que demanden menos especialización, de modo que se logre implementarlas en más laboratorios y se extienda su cobertura a cualquier persona que lo requiera. 

César Antonio Irecta Nájera es investigador del Departamento de Salud, ECOSUR Villahermosa (cirecta@ecosur.mx). Jessica Paola Cruz Cruz es enlace de la Unidad de Investigación de Enfermedades Metabólicas del Niño y Adolescente, ISSSTE-ECOSUR (paola.cruzjpc@gmail.com). Soraya Amali Zavaleta Muñiz es profesora de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Juárez del Estado de Durango (zams2109@yahoo.com.mx).

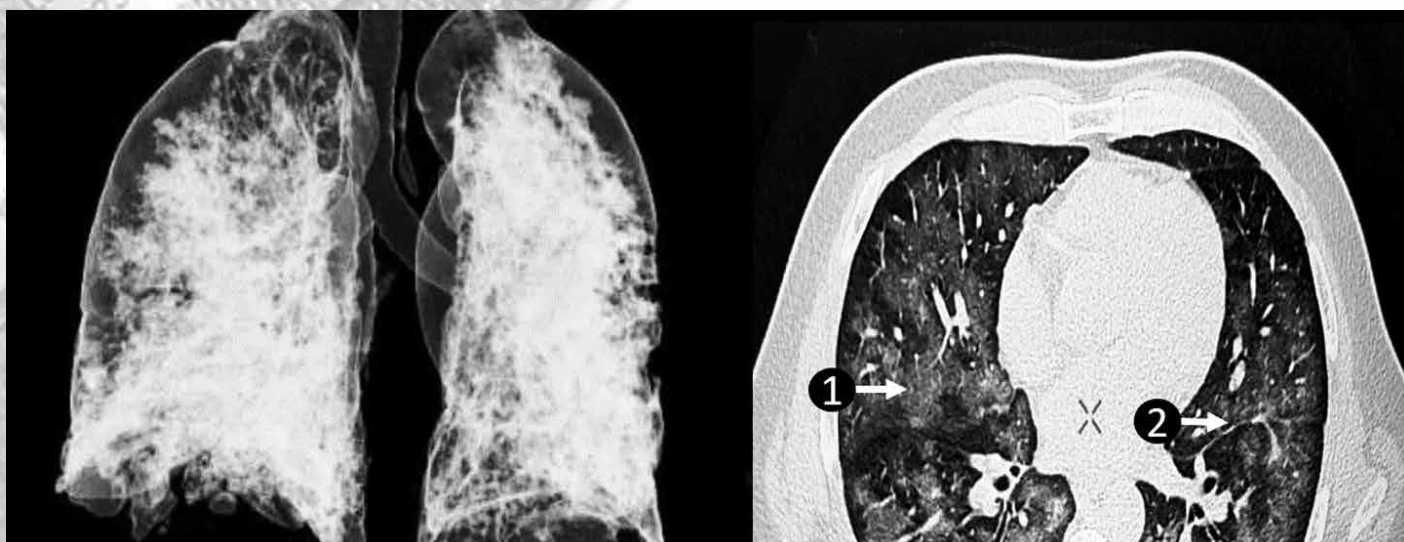


Figura 2: La imagen de la izquierda muestra la afección de ambos pulmones, múltiples consolidaciones por presencia de líquido en los alvéolos y aumento de la densidad (tono más blanco). En la segunda imagen se observa una TCT: 1, con aspecto de vidrio deslustrado; 2, patrón de empedrado. Cortesía de la Dra. Lucía Nájera, Hospital General Gustavo Roviroso, Villahermosa, Tabasco.

Aportes de la academia

en la **movilidad** de
trabajadores agrícolas

MARTHA GARCÍA

México es escenario de una compleja dinámica migratoria de trabajadores agrícolas, y las personas dedicadas al corte de caña son parte de este sector vulnerable. Cerca de 80 mil jornaleros están pendientes de la próxima zafra, lo que en una emergencia sanitaria implica un gran riesgo. Sin duda, una agenda de intervención académica desde las ciencias sociales tiene mucho que aportar.

No pueden quedarse en casa...

México es un país de intensa movilidad de gente dedicada al trabajo agrícola: se calcula que 1.2 millones de personas se desplazan anualmente en territorio nacional, además de las 100 mil que salen hacia Estados Unidos y Canadá con la Visa H-2A o como participantes del Programa de Trabajadores Agrícolas Temporales, respectivamente.

En el contexto de la pandemia de covid-19 causada por el SARS-CoV-2, y a escasos días de que en México se decretara la fase 2 de la contingencia sanitaria en marzo de 2020, se concretó una propuesta para contribuir desde la academia en las acciones sociales y gubernamentales de prevención y mitigación del contagio entre dichos grupos itinerantes. Sus tareas de sembrar, fumigar, cosechar y muchas otras son actividades económicas esenciales y por eso quedaron exentas de las medidas de confinamiento. Las trabajadoras y trabajadores agrícolas no podían quedarse en casa.

Los estados de la frontera sur de México son parte importante de la mencionada dinámica económica y migratoria. Hombres, mujeres y familias de Guatemala, El Salva-

dor, Honduras y Belice salen y llegan a esta zona para enrolarse en los ejércitos laborales agrícolas que marchan por diversas rutas nacionales, transnacionales y transfronterizas, a fin de satisfacer a dos de los mercados de trabajo más importantes de la zona: el del café y el de la caña de azúcar. Para aquel momento de la emergencia sanitaria, alrededor de 60 mil cortadores de caña estaban por regresar a sus lugares de origen, lo que de facto los convertía en grupos de riesgo por sus largos trayectos y la precariedad social y laboral que los hace muy vulnerables aun en épocas sin pandemia, sobre todo si son indígenas o si carecen de permisos migratorios.

Las intensas dinámicas de movilidad laboral no son exclusivas de la frontera sur, se presentan en todas las regiones agrícolas y agroindustriales del país, las cuales atraen mano de obra principalmente de Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz, incluyendo amplios grupos indígenas que han hecho de la migración por trabajo una tradición. Son millones de personas, tanto en México como en Centro y Norteamérica, que salen y entran o que se mueven de cultivo en cultivo (los llaman *golondrinos*).

Cortadores de caña

Hemos identificado a los jornaleros agrícolas cortadores de caña como un grupo prioritario en la lucha por contrarrestar la dispersión de la pandemia. Nuestro aporte desde la investigación fue una propuesta para atenderlos siguiendo la lógica de su movilidad: origen-tránsito-destino-retorno.

Frente al desequilibrio en la distribución de los servicios del Sistema Nacional de Salud, reflejo de las desigualdades en México, elegirlos como población de estudio fue relevante por la carencia de información respecto a sus contrataciones. La falta de registros entorpece la construcción de esquemas migratorios seguros y ordenados, lo que se une a la precarización laboral y a la ausencia de derechos elementales en los sistemas de reclutamiento que no están regularizados.

De esta forma, a la complejidad epidemiológica hay que sumar la vulnerabilidad de los trabajadores agrícolas migrantes, un grupo poblacional identificado como el más explotado y desatendido, pese a que ha sido objeto de estudios, diagnósticos y películas que reseñan la llamada *neoesclavitud*, en alusión a las condiciones inhumanas de trabajo. Un ejemplo es el documental *Jornaleros del azúcar*, producido por El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SUR), el cual muestra la realidad que en la frontera sur de México enfrentan las familias dedicadas al corte de caña, muchas provenientes de Belice y Guatemala (disponible en línea: <https://bit.ly/3iW2DiO>).

Diversos diagnósticos y evaluaciones —como los de la organización Tlachinolán, en Guerrero— subrayan una y otra vez la desprotección institucional, empresarial y social de las personas dedicadas a labores agrícolas. Además, científicos sociales, organizaciones no gubernamentales y organismos internacionales cuentan con decenas de informes y reportes que





MARTHA GARCÍA

adverten acerca de la marginación, insalubridad, bajos salarios y ausencia de derechos, muy lejos de cualquier esquema de trabajo digno. El reto sigue siendo enorme aun cuando existen intervenciones focalizadas, como las iniciativas empresariales en el acondicionamiento de albergues o el desaparecido Programa para la Atención de los Jornaleros Agrícolas.

Algunos aportes desde las ciencias sociales

La gran lección del SARS-CoV-2 frente a las migraciones laborales ha convocado a las ciencias sociales en paralelo a las ciencias médicas. Las aportaciones son significativas, están respaldadas por la amplia producción científica de la última década en México, que viene a ser un simbólico laboratorio mundial de las migraciones. Algunas muestras son el activismo académico y social en relación con las caravanas centroamericanas, así como los foros en línea que han organizado varias instituciones.

Desde el Grupo Académico de Migración y Procesos Transfronterizos de ECOSUR, se propuso colaborar con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en la

elaboración de un protocolo de retorno que atendiera a personas dedicadas al corte de caña de azúcar. Con nuestros resultados de investigación en las zafras 2018-2019 y 2019-2020 y con la propuesta de movilidad segura postzafra, se utilizó la información acerca de los orígenes y destinos de los trabajadores y sus familias a partir del “Diagnóstico del perfil sociodemográfico y de la inserción laboral de las mujeres en la agroindustria azucarera”, uno de los productos del Fondo Sectorial INMUJERES-CONACYT.¹


Los hallazgos han identificado las movilidades intraestatales, como las de Veracruz —entidad con casi la mitad de los ingenios del país—, interestatales, como las que ocurren entre Puebla y Veracruz, Chiapas y Michoacán, Oaxaca y Colima, Guerrero y Morelos, Oaxaca y Quintana Roo, y las transfronterizas de Guatemala y Belice hacia México. Con nuestra propuesta, la SADER produjo un tríptico informativo que se integró a sus materiales de mitigación sanitaria en el sector agroindustrial.

De parte de ECOSUR, entre organizaciones no gubernamentales, como la Red de Jornaleros Agrícolas, *Justice in Motion* y *Verité*, se divulgó un modelo del protocolo de movilidad segura. Al mismo tiempo se colaboró con los cortadores de caña que estaban a punto de retornar a sus pueblos, entablando una comunicación directa con quienes encabezaban los grupos. Por otro lado, también participamos en la elaboración de la *Guía de Acción para los Centros de Trabajo Agrícolas* de cara al SARS-CoV-2.

Los pronósticos para el control atienden tanto el calendario nacional como los semá-

foros de riesgo epidémico para los estados con producción de caña: Chiapas, Tabasco, Tamaulipas, Nayarit, Colima, Sinaloa, Veracruz y Puebla, Campeche, Quintana Roo, Michoacán, Jalisco, Morelos, Oaxaca y San Luis Potosí. En esta geografía, 80 mil trabajadores estarán en espera de confirmar la fecha de la siguiente zafra, por lo que ahora nos enfocamos en el diseño de un protocolo de salida laboral, junto con organizaciones de la sociedad civil y empresarios azucareros. La emergencia no ha pasado y es momento de formular planes de contingencia a largo plazo, así que se plantea una corresponsabilidad con sectores gubernamentales, organizaciones de productores de azúcar, empresas azucareras, instancias de la sociedad civil y academia.

Aún en construcción, el esquema de corresponsabilidad contempla a las secretarías del Trabajo y Previsión Social, Salud, y Agricultura y Desarrollo Rural como cabezas de sector en una estrategia integral operativa. También quedan involucrados los comités de producción de caña de azúcar, los grupos empresariales a nivel de gerencias locales, el cabo o los capataces, las autoridades locales en destino y origen, los grupos de trabajo y las familias, así como el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

En términos generales, los desafíos planteados por la emergencia sanitaria mundial ofrecen un espacio para la incidencia desde las ciencias sociales. Es una oportunidad para reforzar el compromiso social en la agenda de trabajo que nos imponen las realidades nacionales, como las migraciones en México y sus conexiones con el resto del mundo, tanto hacia Estados Unidos y Canadá como a Centroamérica. 

En la fotogalería de este número de *Ecofronteras* digital mostramos diversas imágenes que documentan algunos aspectos del trabajo de las personas cortadoras de caña, resaltando la participación de las mujeres, <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras>

¹ En “¿Feliz día de la mujer?”, *Ecofronteras* 55, encontramos un breve y enriquecedor contexto de la intervención femenina en el corte de caña, <https://bit.ly/36WZIOx>

Martha García es investigadora del Departamento de Sociedad y Cultura, ECOSUR Chetumal (mgarcia@ecosur.mx).



MIRANDO AL SUR

• El sarampión acumuló 200 millones de defunciones en el mundo desde 1757 hasta 1963, cuando surgió la vacunación específica. Entre 1918 y 1920, murieron 40 millones de personas por la influenza española (virus A H1N1). El sida (VIH) surgió en 1981 y ha provocado cerca de 35 millones de muertes. La covid-19, en 10 meses de evolución ha causado más de un millón de fallecimientos, certificados con diagnóstico PCR.

• Gracias a las vacunas se ha conseguido erradicar una enfermedad tan letal como la viruela. Actualmente hay diversos grupos trabajando en más de 200 posibles vacunas para covid-19 en el mundo, y la OMS sigue la pista de unas 44.

• Los coronavirus se parecen a la corona (atmósfera) solar. Se conocen siete tipos que afectan a las personas: cuatro causan gripes y los otros originan el síndrome respiratorio agudo grave (SARS, identificado en 2002), el síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS-Cov, descrito en 2012) y el actual padecimiento covid-19 (SARS-CoV-2).

• La enfermedad covid-19 (acrónimo de *coronavirus disease*, reportada en 2019) es una zoonosis (transmitida de animales a personas). Ha evidenciado las desigualdades en el acceso a la atención médica, educación para la salud y recursos básicos para la prevención, como el agua.

Fuentes: National Geographic, PubMed, Ecofronteras, World Health Organization, Covid-19 Vaccine Tracker, <https://bit.ly/35gVrJa>, <https://bit.ly/31wzlkR>, <https://bit.ly/3jRkuJe>, <https://bit.ly/37xrEis>, <https://bit.ly/3kmEK5t>

Conservación de tiburones y rayas en el Caribe mexicano

PABLO CERVANTES

Tiburón ballena, *Rhincodon typus*

La investigación científica ha contribuido a regular la actividad turística alrededor del tiburón ballena en el Caribe mexicano y sigue siendo necesaria para proteger a más integrantes de la fauna marina. La generación de conocimiento que considere el hábitat, las características particulares de las especies y diversos factores en torno a tiburones y rayas, es fundamental para encontrar mecanismos de protección en equilibrio con la actividad pesquera.

María del Pilar Blanco Parra

Hasta hace poco más de 15 años, en las costas del Caribe mexicano los tiburones y rayas eran solo un producto pesquero más y un ingrediente cotizado para platos típicos, como el pan de cazón o las empanadas de cazón y de manta. También eran personajes de sorprendentes historias donde los pescadores se enfrentaban a peces de tamaño descomunal. Pero desde que estos animales se convirtieron en un importante recurso para el turismo, erróneamente se considera que los pescadores son “los malos del cuento” y ahora ellos deben esconder sus capturas por miedo a ser atacados por turistas o conservacionistas apasionados. A pesar de todo, el consumo de tales peces sigue siendo parte de la cultura, y quienes un día atacan a los pescadores, al otro son comensales de empanadas de cazón.

Evidentemente la conservación de tiburones y rayas es central, pero debe fundamentarse en investigación científica más que en simples suposiciones. En realidad, muchos de ellos no están bajo amenaza y tienen características biológicas que les permiten responder a cierto nivel de presión pesquera, como ocurre con diversos tiburones de pequeño tamaño. Aun así se tiende a generalizar y a todas las especies se les endosa la etiqueta de “en peligro de extinción”, aunque la evidencia demuestra que esto no necesariamente es así. También siguen siendo una fuente de recursos para las comunidades pesqueras, de modo que es preciso equilibrar todos los aspectos con bases sólidas que faciliten la implementación de adecuados planes de manejo.

Biodiversidad, biología y ecología

Los tiburones y las rayas son peces cartilaginosos, es decir que su esqueleto es de cartílago y no de hueso. Integran el gru-

po de los elasmobranquios, que significa “branquias en lámina”, y tienen hendiduras branquiales, mientras que el resto de los peces presenta una placa que protege ese órgano. México es el segundo país en cuanto a su diversidad; particularmente en el Caribe mexicano se calcula que hay unas 85 especies. Algunas viven a profundidades mayores a los 200 metros y otras prefieren las aguas someras de los ecosistemas costeros, como arrecifes de coral y lagunas.

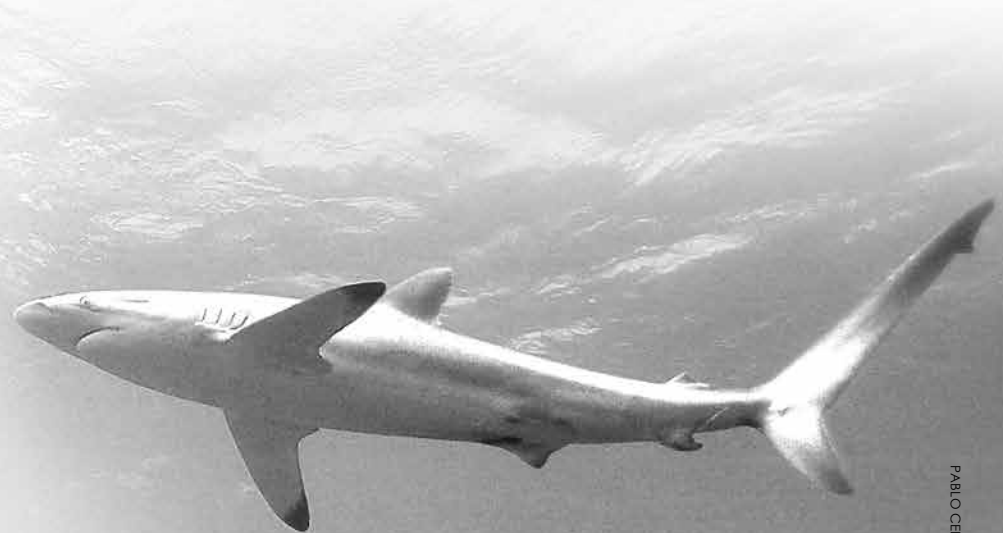
Aunque los tiburones y las rayas son peces, sus características biológicas se parecen más a las de los mamíferos marinos, como delfines, ballenas, manatí y focas, entre otros: la mayoría tienen pocas crías, maduran a edades muy tardías y crecen con lentitud. Por tal razón son más susceptibles al impacto de la actividad humana, dado que sus poblaciones no siempre presentan una rápida recuperación; por ejemplo, si se sobreexplota una especie, desaparecen muchos más animales de los que pueden ser reemplazados por crías. Entonces, es muy importante producir conocimiento científico acerca de sus rasgos biológicos específicos, ya que se podrían crear estra-

tegias de manejo que permitan mantener saludables a sus poblaciones a pesar de la presión pesquera.

Como se encuentran en lo alto de la pirámide trófica, regulan las poblaciones de otras especies y así mantienen la salud y el equilibrio de los ecosistemas marinos; por eso, cuando su cantidad se reduce, proliferan aquellos que normalmente les sirven de alimento, lo que resulta en un desequilibrio con diversos efectos. Y dado que tiburones y rayas eligen zonas de manglares y lagunas costeras como áreas de crianza, porque encuentran mayor protección contra depredadores y hay alimento abundante para las crías, al buscar estrategias de conservación para ellos es clave trabajar también en la protección de tales ecosistemas.

Tiburones y rayas como recurso

Los tiburones y rayas son explotados especialmente de dos diferentes maneras. La primera, como producto pesquero aprovechando su carne, piel, hígado y aletas; estas últimas son tal vez lo más cotizado por su valor en el comercio internacional, ya que son un producto muy apetecido en el



Tiburón del género *Carcharhinus*

PABLO CERVAÑES

mercado asiático. La segunda, como factor impulsor del turismo, una alternativa que deja buena ganancia económica con mucho menor impacto en sus poblaciones.

La pesca de elasmobranquios en el Caribe mexicano se realiza casi siempre en pequeña escala con embarcaciones tipo panga de 22 pies (6.70 metros), predominantemente en zonas cercanas a las costas (se encuentran vigentes cuatro permisos de pesca de tiburón que incluyen 64 embarcaciones). Las principales especies que se capturan son el cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), los tiburones de puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), martillo (*Sphyrna lewini*) y piloto (*Carcharhinus falciformis*), así como las raya pinta (*Aetobatus narinari*), balá (*Hypanus americanus*) y levisa (*Styracura shmardae*). En 2018 los tiburones y cazones aportaron un 7.68% de las capturas totales de Quintana Roo en peso desembarcado (se conoce como cazón a cualquier tiburón de menos de 1.5 metros de longitud, incluyendo juveniles de algunas especies y adultos de otras).

Muchas veces no se les busca de manera dirigida, sino que incidentalmente caen en las capturas de otros peces, por lo que las estimaciones no son exactas; además, los datos se basan en los reportes de los pescadores a la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), pero



PABLO CERVANTES

Tiburón martillo común, *Sphyrna lewini*

no se desglosan las capturas por especies, lo que impide conocer el impacto de la pesquería sobre las poblaciones.

Por otra parte, recientemente se han convertido en un valioso recurso para el turismo. Las grandes ganancias que se observan en Quintana Roo han hecho que muchos pescadores cambien su modo de vida para dedicarse a esta actividad, aunque aún se desconoce el efecto que puede

tener en el ecosistema. El tiburón ballena (*Rhincodon typus*) y el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) son los más demandados, pero existen otros, como la manta gigante (*Mobula birostris*), que han cobrado importancia para el buceo de avistamiento de fauna. El tiburón ballena ha sido el más estudiado y es el único cuya actividad turística está regulada; del mismo modo habría que revisar los mecanismos de protección para otras especies.

Santuario de tiburones y rayas

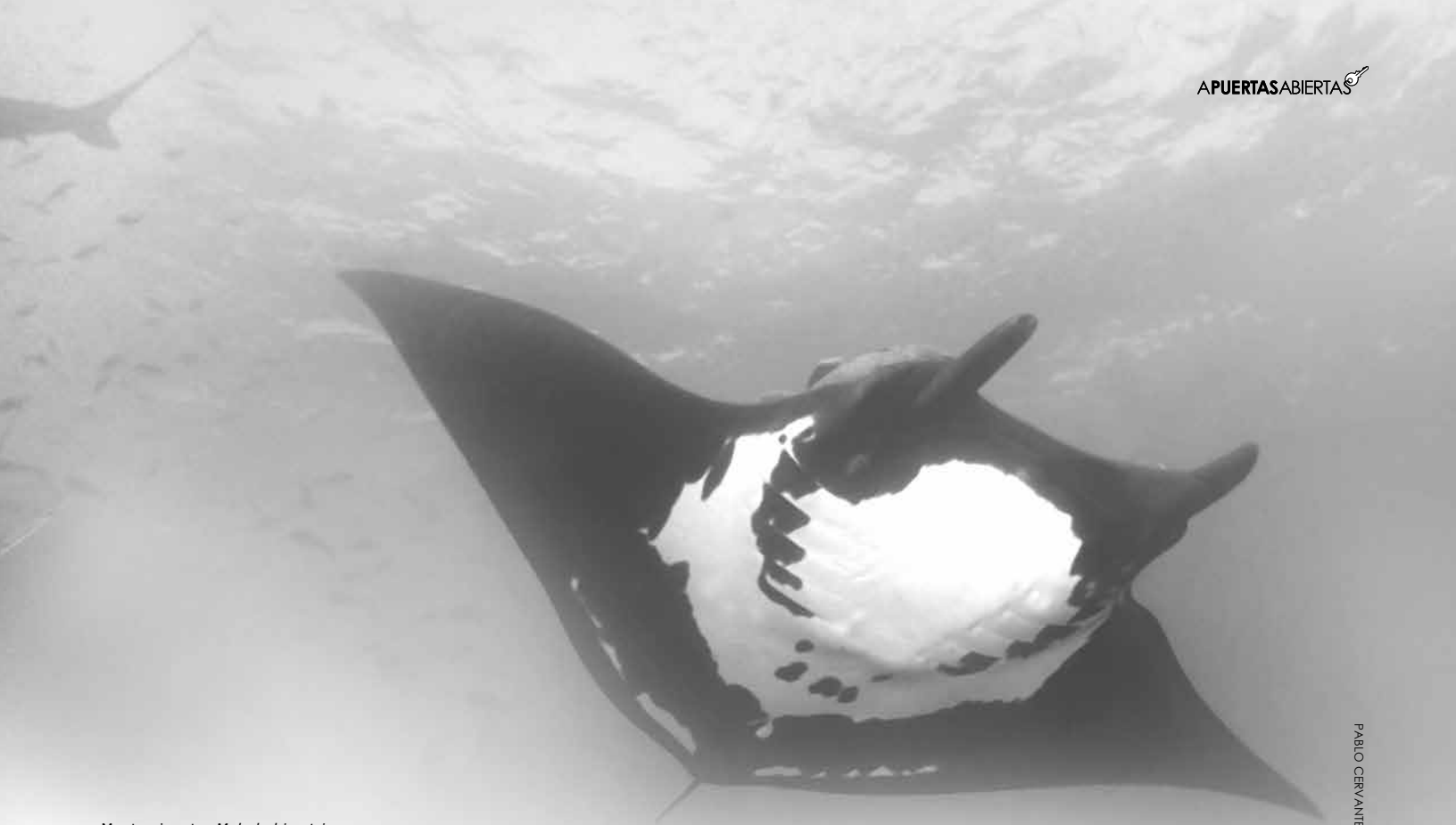
En diciembre de 2016 se creó la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano,¹ la cual se extiende de norte a sur de la costa de Quintana Roo y alberga la mitad del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Abarca una superficie de 5,754,055 hectáreas, casi todas en ambientes marinos con una pequeña porción terrestre (0.50%). La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

¹ N de la R. Los decretos en torno a reservas de la biósfera incluyen esta palabra sin tilde (biosfera); no obstante, dado que en *Ecofronteras* la acentuamos normalmente por convenir en términos de divulgación, también lo hacemos en el nombre oficial para unificar el término.



PABLO CERVANTES

Rémora sobre manta gigante



PABLO CERVANTES

Manta gigante, *Mobula birostris*

menciona que en la reserva se registran alrededor de 1,900 especies de flora y fauna terrestre y marina; unas 86 especies de coral y más de 500 de peces. Desde su creación, la conservación de tiburones y rayas se ha planteado como un eje importante de esta área natural protegida, dada su trascendencia para los ecosistemas y también para resguardarlos en las actividades turísticas de las que forman parte.

Es bien conocido por estudios en varias partes del mundo que una raya o un tiburón vivos valen más que uno muerto y que el ecoturismo es una alternativa para los pescadores ribereños. Pero un cambio de actividad no es fácil para quienes no cuentan con destreza suficiente en el ámbito de los negocios o en la atención a clientes, incluso el hecho de no hablar inglés se convierte en una limitante. Al menos en Quintana Roo, el negocio del ecoturismo se ha desarrollado sobre todo por empresarios con experiencia en el ramo, así como por cooperativas de pescadores que han sido capacitadas por organizaciones no gubernamentales o instancias de gobierno. A veces sucede que quienes no logran ac-

ceder a estas capacitaciones recurren a la pesca de tiburones y rayas para obtener ingresos, lo que acarrea la pesca incidental de otras especies, problema que no se ha atendido suficientemente.

Soluciones integrales más allá de prohibir la pesca

La percepción de pescadores y de quienes practican turismo de buceo es que las poblaciones de tiburones y rayas han disminuido en el Caribe mexicano, lo cual concuerda con lo reportado en varios estudios para otras regiones; no obstante, las causas no están del todo claras debido a los múltiples factores que afectan a tales animales: cambios ambientales y de temperatura del agua, corrientes, disminución de las presas con las que se alimentan, huracanes y pesca, junto con el deterioro del arrecife y de las áreas costeras de crianza, debido al crecimiento desmedido de la infraestructura turística y el tráfico marino.

Hablar de una verdadera conservación exige mucho más que prohibir la pesca. Es necesario buscar regulaciones adecuadas según las especies y se requiere poner

más atención a la conservación ambiental, al igual que a los efectos negativos del cambio climático. En ese sentido, la recién creada reserva de la biósfera puede ser un efectivo santuario de tiburones y rayas, siempre que se regule el turismo relacionado y se realicen acciones efectivas para detener la destrucción de sus hábitats.

El mayor reto es la generación de conocimiento acerca de la ecología y biología de las especies que se distribuyen en la región, de modo que las personas ligadas a la toma de decisiones tengan más información sobre el estado de las poblaciones y el impacto de las actividades humanas, para implementar un manejo integral que permita la conservación y aprovechamiento sustentable de los elasmobranchios en el Caribe mexicano. 🐠

Las fotografías que acompañan este texto, del biólogo Pablo Cervantes, son parte del libro *Tiburones. Los dueños del mar*, de Juan Carlos Pérez, Iván Méndez, Elizabeth Cuevas y Laura López, editado por ECOSUR en 2020, versiones impresa y epub. www.ecosur.mx/libros, libros@ecosur.mx

María del Pilar Blanco Parra es Cátedra CONACYT en la División de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Quintana Roo (mdpblancopa@conacyt.mx).

¿Y si los plátanos no son de Oriente?



SARAH BARRIENTOS VILLALOBOS

Musa ornata Roxb.

Los plátanos son una de las frutas privilegiadas en la dieta humana y varias de sus especies también son ornamentales por la belleza de sus inflorescencias, aunque este aspecto no es tan conocido. Su procedencia del Asia tropical era vox populi, pero la historia evolutiva ha rastreado el linaje de los bananos silvestres en otra dirección.

Mireya Burgos-Hernández y Carmen Pozo

Se incluyen en la dieta humana de casi todos los países del mundo y son de gran importancia socioeconómica. Existen cerca de 70 especies —la mayoría en Asia tropical— y un caso silvestre en México. Nos referimos a los plátanos o bananos, como son conocidos comúnmente los frutos de las plantas de la familia Musaceae.

Los plátanos comestibles, variedades del género *Musa*, constituyen el cuarto cultivo básico en el mundo, después del arroz, el maíz y el trigo, así como el primero en frutales, lo que representa una significativa fuente de ingresos para los países productores. Además de su alcance alimentario, algunas especies cuentan con un gran valor ornamental, incluyendo las de los géneros *Ensete* y *Musella*; sus flores lucen colores llamativos y brillantes, que van desde distintas tonalidades del amarillo hasta los rosados más intensos.

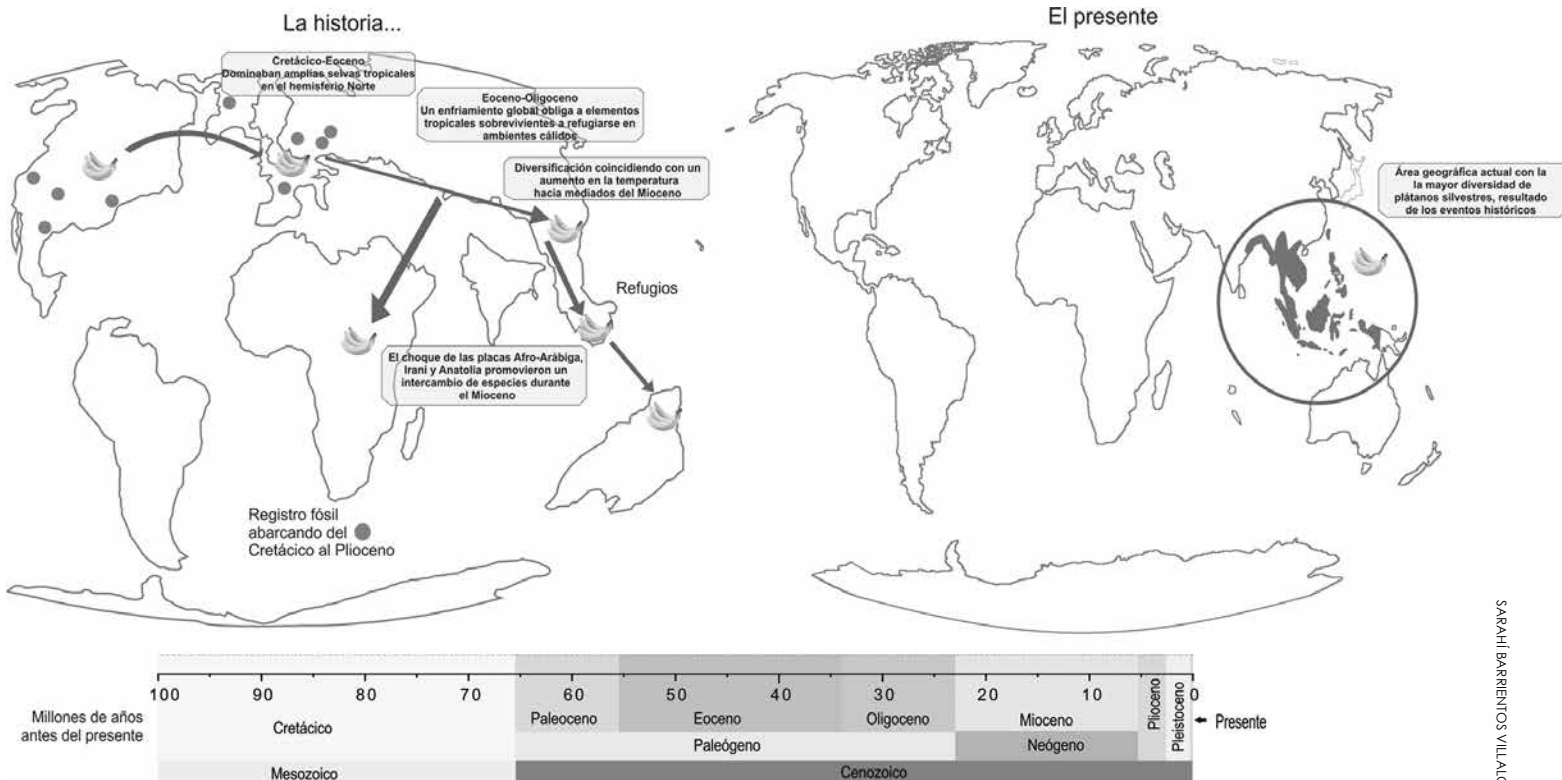
Tradicionalmente se ha considerado que los bananos son de origen asiático, pero las evidencias recientes nos conducen a reconsiderar esta idea.

¿Asia o América?

Los plátanos cultivados (plantas manejadas por los seres humanos para su propio provecho) son variedades mejoradas a partir de progenitores silvestres (que crecen de forma libre en la naturaleza sin la intervención humana), cuyo origen se sitúa en Oriente, es decir, en el sureste asiático, y a partir de allí fueron introducidos al resto de las regiones tropicales del mundo. La idea fue sugerida por Gonzalo Fernández de Oviedo en su libro *Historia general y natural de la Indias, islas y tierra-firme del mar océano* de 1535. En aquella época, dicho autor era considerado una autoridad, por lo que la mayoría de los expertos de entonces

aceptaron sus declaraciones sin objeción, dando por hecho que los plátanos no habían existido en América sino hasta la llegada de Cristóbal Colón.

Más tarde también se afirmaría que arribaron al Nuevo Mundo con los portugueses, vía las islas de Cabo Verde. Los subsecuentes eruditos en el tema perpetuaron la idea de Fernández de Oviedo, aun cuando otros exploradores tempranos la contradecían. Por ejemplo, Girolamo Benzoni, en su libro *La historia del mondo nuovo* de 1565, menciona que los bananos eran abundantes desde antes de la llegada de los conquistadores; Alexander von Humboldt, en su *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España* de 1811, sostiene que se conocían en América desde épocas precolombinas (“el plátano de América”). Mucho más de un siglo después, Langdon (1993) encontró evidencia de que eran “fruto de la tierra”, lo cual significa que



Hipótesis sobre los eventos históricos que configuraron la distribución actual de los plátanos silvestres (*Musa L., Musaceae Juss.*)

SARAH BARRIENTOS VILALOBOS

ya estaban en el continente cuando los españoles llegaron.

Por otra parte, Alfonso de Candolle, al preparar su libro *El origen de las plantas cultivadas* de 1883, repasó las afirmaciones de todos los exploradores contemporáneos suyos y tomó en cuenta las opiniones de varios botánicos que habían visitado América hasta concluir que, indudablemente, los bananos eran de origen asiático y no habían estado prehistóricamente en el Nuevo Mundo.

Cabe resaltar que los plátanos han pasado por una compleja historia de domesticación que solo se ha desentrañado parcialmente y sigue sin aclararse por completo. Su antigüedad en el continente americano se ha debatido de forma intermitente durante más de 400 años, sin resolverse de manera inequívoca. Las opiniones de Fernández de Oviedo y de Candolle han prevalecido, y se da por hecho que el origen asiático de la fruta comestible domesticada aplica también a los plátanos silvestres; no obstante, el escenario parece más complejo.

La evidencia fósil

La mayoría de los plátanos comestibles derivan de la combinación de solo dos especies silvestres (*Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla) de entre las más de 70 con las que cuenta el género, todas ellas distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales del sureste asiático y África, con excepción de un representante silvestre que habita en el sur-sureste de México (*Musa ornata* Roxb.), en los estados de

En las regiones tropicales del sur-sureste de México habita *Musa ornata*, mejor conocida como platanillo, plátano silvestre, plátano de semilla o plátano de cien besos, dependiendo de la región geográfica donde se encuentre. Es el único plátano silvestre en nuestro país. Sus frutos cuentan con muchas semillas que lo hacen incomible; sin embargo, el color rosado de sus inflorescencias los hace atractivos para uso ornamental. Lamentablemente la especie está desapareciendo debido a la deforestación de las selvas tropicales húmedas (Mireya Burgos-Hernández, 2018, "El plátano, la historia detrás de la fruta... y otros secretos", Desde el herbario CICY).



MIREYA BURGOS-HERNÁNDEZ

Fruto y semillas de *Musa ornata*

Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas. En consecuencia, hasta hace poco tiempo había sido razonable situar su origen en el Viejo Mundo. Sin embargo, el amplio registro fósil del grupo apunta en otra dirección.

Los hallazgos fósiles de la familia Musaceae se extienden desde el Cretácico tardío hasta el Plioceno, cubriendo el continente europeo y parte del norte de América (ver referencias acerca de las eras geológicas en el mapa). El fósil más antiguo, *Spirematospermum chanderae*, fue encontrado en Carolina del Norte y data de hace 83.5 millones de años, lo que lo ubica en el periodo Cretácico. Otro fósil con afinidades al grupo, *Striatornata sanantonensis*, se descubrió en Coahuila, México, y fue data-

do en el mismo periodo geológico. El último registro hasta el momento en América del Norte, *Ensete orogonense*, ha sido fechado con 43 millones de años y se le ha ubicado en el Eoceno temprano en Oregón, Estados Unidos.

Otros fósiles afines a los plátanos se han hallado en sedimentos del Cenozoico en distintas regiones de Europa, pero ninguno ha sido encontrado en el continente asiático o en el africano. Pocos trabajos han puesto a prueba el origen de esos frutos silvestres, y cuando lo han hecho, se han olvidado de incluir dentro de los modelos evolutivos el registro fósil, es decir, las especies extintas, y solo se han concentrado en las especies vivientes. Lo anterior genera un sesgo al obtener una historia evolutiva incompleta, pues se sabe que las distribuciones actuales son consecuencia directa de los eventos pasados de dispersión (movimiento de individuos de un lugar a otro), vicarianza (separación de las masas de tierra que los contienen) y extinciones. Los fósiles proporcionan una ventana al pasado que nos revela señales de la distribución histórica y evolutiva de los organismos; son una evidencia fundamental para entender y explicar los patrones de diversidad.

Movimiento de especies en el mundo

Cuando incorporamos la evidencia fósil en los modelos evolutivos de los plátanos, es posible desentrañar una historia diferente que nos acerca un poco más al origen de los ancestros de esta deliciosa fruta. De acuerdo con nuevas estimaciones, probablemente se originaron en el hemisferio norte, abarcando Norteamérica (parte de México y el centro-sur de Estados Unidos),



Fruto fósil de *Spirematospermum wetzeleri*. Imagen modificada de Fischer *et al.* (2009). The morphology, systematic position and inferred biology of *Spirematospermum*-An extinct genus of Zingiberales. Rev. Palaeobot. Palynol. 157.

Europa y parte de Asia. Por aquella época (Cretácico-Eoceno) existieron amplias selvas tropicales en el norte del planeta y hubo mucha vegetación compartida entre esos continentes.

El registro fósil y los análisis moleculares han dado cuenta de que el movimiento de las especies tal vez se dio de Norteamérica a Europa en un intercambio florístico y faunístico, el cual fue posible gracias a un antiguo puente de tierra que conectó ambos territorios a través de Groenlandia durante el Paleoceno-Eoceno. Hacia el Eoceno-Oligoceno hubo un enfriamiento climático en la región, con la caída de temperatura más dramática en Norteamérica, lo que extinguió a la mayoría de las plantas tropicales, incluyendo los plátanos. Aquel cambio fue gradual en Europa y eso permitió la sobrevivencia de las especies hasta el Plioceno. No obstante, los linajes euroamericanos finalmente se extinguieron.

A escala global, la vegetación tropical quedó limitada a las áreas ecuatoriales, con algunos sobrevivientes en el sureste de



Musa velutina H. Wendl. & Drude

SARAH BARRIENTOS VILLALOBOS

Asia. De hecho, las reconstrucciones paleoclimáticas dan testimonio de que el este de Asia, el sureste de China y la región indo-birmana mantuvieron un clima cálido-húmedo durante el Oligoceno-Mioceno, lo que dio oportunidades de sobrevivencia y con-

virtió a la zona en refugio para los plátanos y otras plantas tropicales.

Ya con la restricción de los bananos a la región indo-birmana y el sureste de China, y con un incremento en la temperatura durante el Oligoceno tardío, hacia mediados del Mioceno acontecieron varios sucesos geológicos. El choque de India peninsular con Eurasia resultó determinante en la actual configuración de la familia Musaceae. Con su unión a Eurasia, el sureste de la India fue dominado por vegetación tropical y subtropical. La tremenda diversidad topográfica que resultó de dicha colisión afectó las variables ambientales, provocando la especiación de plantas y animales. Pero no fue sino hasta el Neógeno que la diversificación de los plátanos fue más evidente y probablemente las especies se expandieron de oeste a este en el sureste asiático.

Por su parte, la colonización del continente africano por las especies de Musaceae, en particular del género *Ensete* (hermano de *Musa* dentro de la familia), sucedió durante el Mioceno; quizá por la conexión que se formó entre África y el suroeste asiático como consecuencia del choque de las placas tectónicas Afro-Arábica, Irán y la Anatolia, lo cual promovió un intercambio biótico entre dichos continentes.

Todos estos acontecimientos han sido los responsables de la moderna distribución de la familia de los plátanos. Frente a las evidencias es posible asegurar que su origen, al menos en cuanto a las especies silvestres, es el hemisferio norte, concretamente Norteamérica y Europa, lo cual pudo ser descubierto gracias a recientes estudios moleculares que integran nuevos modelos evolutivos para la reconstrucción de áreas ancestrales. Aún faltan regiones por explorar y seguramente nueva evidencia podría complementar la historia aquí contada, pero por lo que ahora sabemos, los plátanos no son de Oriente. ☞

Mireya Burgos-Hernández es académica del Programa de Botánica del Colegio de Postgraduados (burgos.mireya@colpos.mx). Carmen Pozo es investigadora del Departamento de Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR Chetumal (cpozo@ecosur.mx).



SARA L. RIVERA-GASPERÍN

Semillas de *Musa velutina*

Lucha y resistencia

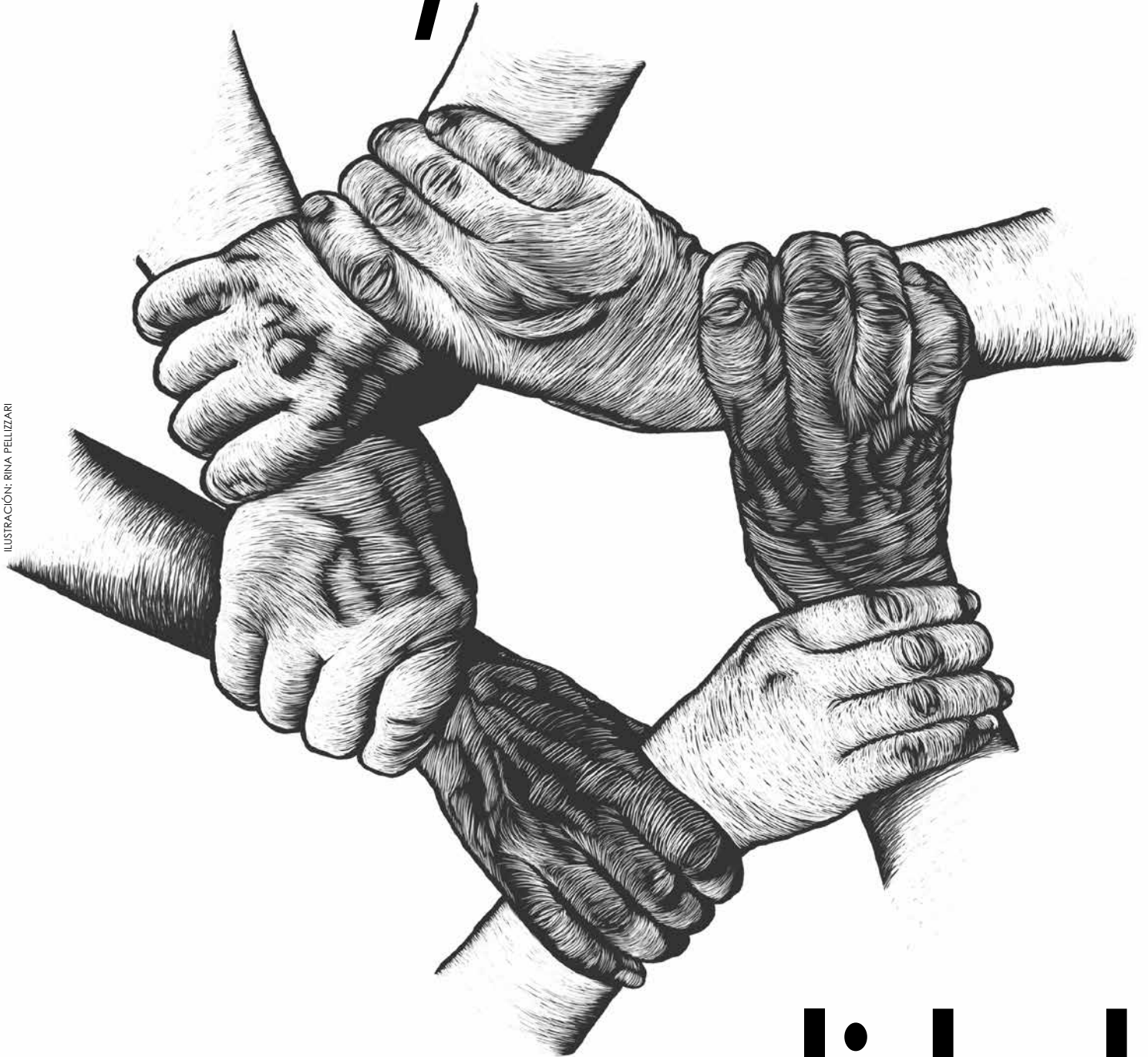


ILUSTRACIÓN: RINA PELIZZARI

en comunalidad

Todo empezó con la movilización de un poblado de Oaxaca para detener la acción minera que había devastado el ambiente. Luego se desarrolló una historia de resistencia y acción social que han fortalecido a la comunidad, de modo que Capulálpam de Méndez se ha convertido en un referente de la gestión colectiva de zonas naturales en contextos de inseguridad.

Avances socioambientales a largo plazo

Las problemáticas sociales relacionadas con la explotación de recursos naturales en México ya no pueden entenderse como un fenómeno aislado; deben estudiarse en el marco de la violencia imperante que ha propiciado la ruptura del tejido social en gran parte del territorio nacional. Es imposible ignorar que la creciente inseguridad ha intensificado el desplazamiento forzado y el sentimiento de desarraigo en algunas comunidades.

En este contexto, ¿cómo se sostienen a largo plazo los avances de una lucha socioambiental exitosa? Como muestra tenemos el caso del poblado Capulálpam de Méndez, Oaxaca, que hace unos 13 años se levantó contra las concesiones mineras que imperaban desde hacía más de dos siglos en la región. Lo que alguna vez fue la principal fuente de trabajo para la mayor parte de la comunidad, había terminado por destruir el bosque y las fuentes de abastecimiento de agua limpia.

Para conocer lo que ha ocurrido en estos años, realizamos una revisión bibliográfica que fue la guía del trabajo de campo para constatar los avances y retrocesos de la resistencia social, especialmente en cuanto a la gestión de zonas naturales en condiciones de inseguridad. También desarrollamos los conceptos de *capital social* y *comunalidad* —resumiéndolos a partir de la teoría de Elinor Ostrom publicada en 2013—, para comprender las normas y redes que facilitan la acción colectiva.

Inseguridad y despojo

Vivir en México se asemeja a vivir en una carnicería. A panteón no llega porque ni rastro se encuentra de la mayoría de los muertos. La educación es apaleada a *telenovelazos* y los estudiantes son perseguidos como delincuentes. La juventud es



ejecutada y desaparecida en Ayotzinapa, en Tlatlaya... La tierra esconde fosas con cuerpos de migrantes, mujeres, periodistas y estudiantes. Otras víctimas son los activistas de derechos humanos o los ambientalistas que perseveran por cuestiones básicas, como el agua. La sociedad está desgarrada y en acelerado proceso de descomposición, mientras que el Estado se muestra impune y rebasado por los desafíos de nuestro tiempo. El país está siendo saqueado hasta las entrañas y sus recursos naturales son sacrificados en beneficio de grandes empresas.

Ante la nueva ola de despojo de nuestros bienes comunes,¹ la expresión política de insatisfacción ciudadana se presenta en diversas regiones de manera dispersa. Tal es el caso de Capulálpam de Méndez, un territorio de antiguos orígenes zapotecas con poco más de 1,500 habitantes.² Rodeado por las montañas de la Sierra Juárez, se ganó a pulso el nombramiento de Pueblo Mágico en 2008. Andar entre sus casas coloridas y adornadas con flores, sus em-

¹ Entendemos despojo como lo que se ha destruido y la pérdida de lo que se posee.

² Según los datos de la clínica del IMSS del lugar, consultada en noviembre de 2010.

pinadas calles empedradas y con pequeños puentes por los que pasan riachuelos de agua limpia, da la sensación de estar en un sueño.

El lugar se rige por el sistema de usos y costumbres. Fue por esa vía que se decidió el bloqueo de la carretera y el cabildeo con el que, en octubre de 2007, se detuvo la actividad de la mina Natividad, la cual había sido comprada por la empresa canadiense Sundance. Fue clausurada, aunque en la práctica siguió operando. Luego, en febrero de 2015, el poblado interpuso una demanda de amparo contra las concesiones mineras y un juez notificó a la empresa que debía frenar por completo toda actividad en tanto se realizaba el juicio. Pero la extracción clandestina continuó.

Muchas personas están convencidas de que la corrupción en las dependencias gubernamentales es determinante para que la mina se mantenga activa, así que la comunidad sabe lo que es “ponerse con Sansón a las patadas”. En contraste, la corrupción no se ha logrado infiltrar en el tejido social para dismantelar el movimiento de resistencia, como sí ocurrió en San José del Progreso, donde incluso Eréndira Cruzvillegas, comisionada de Derechos Humanos del Poder Ejecutivo de Oaxaca, reconoció ante la revista *Contra línea* (julio de 2013) que “el origen de la división social en varias de las comunidades es por el dinero que vienen a ofrecer las empresas trasnacionales a través de los megaproyectos”.



Facebook: Capulálpam de Méndez Pueblo Mágico

La comunalidad como respuesta

Los ciudadanos de Capulálpam de Méndez son gente de mucho arraigo. Debe señalarse que en amplias zonas de Oaxaca, la construcción del tejido social se basa en normas y creencias que estructuran el capital social, lo que se entiende como los recursos que facilitan la acción colectiva, básicamente la cohesión y las redes para cooperar y superar problemas.

El capital social se funda en modelos de reciprocidad, saberes comunes, comunicación e interacción, junto con experiencias de confianza mutua y la capacidad de crear reglas propias. En este sentido, los individuos resuelven diversos conflictos a partir de la acción colectiva y la comunalidad, que viene a ser la interdependencia de personas, construida a partir de las fiestas locales que fortalecen los vínculos y del trabajo cotidiano desde una cosmovisión particular.³

El siguiente ejemplo permite entender mejor lo que significa la comunalidad. Hace tiempo hubo una disputa territorial con la población vecina de Yotao; tras años de negociaciones y seguimiento legal, finalmente el terreno en discordia se dividió con equidad. Los pobladores ahora pueden acceder

³ En este lugar, la cosmovisión se manifiesta en un régimen asambleario, en el que la autoridad se ejerce a través del sistema de cargos gratuitos y el tequio en servicio de la comunidad.

a las áreas de bosque antes impenetrables, y fundaron una empresa forestal que abastece al aserradero con un esquema sustentable, además de que provee leña para las familias. Un logro destacado es que desde 2013, gracias al conocimiento del lugar y el tequio, se ha podido controlar la plaga del gusano descortezador, insecto que ha devastado 46 millones de hectáreas en Estados Unidos, otros tantos millones en Canadá y 400 mil en México.

Más allá del éxito en el manejo del bosque, durante el periodo de resistencia iniciado con la clausura de la mina se ha avanzado en varios aspectos. Se creó la radio independiente Phadushi y cinco empresas comunitarias: la planta purificadora de agua, la trituradora de pétreos, un comercio ecoturístico, una compañía de juguetes y la empresa forestal que actualmente es base de la organización social. La agrupación más joven se llama Juguete Arte y es dirigida principalmente por mujeres, quienes aprovechan la madera del aserradero para la fabricación de los productos.

Estas organizaciones aportan a la economía local y emplean a más de 200 personas. Son una fuente de trabajo que previene la migración: "La gente no se va, aquí está la gente", aseguraba en 2015 el comunero Salvador Aquino.

No claudicar

Si bien vivimos en un contexto de despojo y violencia a gran escala, en el cual diversos movimientos se han desarticulado mediante la represión gubernamental y encarcelamientos, resulta aleccionador el ejemplo de Capulálpam en su esfuerzo por conservar y proteger su patrimonio natural.

Han pasado cerca de 13 años desde que se logró clausurar la mina Natividad, y aunque esta continuó operando furtivamente, la gente no se rindió. De manera coordinada, a sabiendas de que arriesgaban su seguridad, montaban guardias e incluso interceptaron algunos camiones que de madrugada trasladaban los materiales extraídos en la clandestinidad. En octubre de 2020, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente cesó las actividades de la mina de manera definitiva.

Con la fuerza colectiva han conseguido mantener a raya al crimen organizado, y los pocos casos de corrupción por parte de autoridades locales han sido expuestos y rechazados por gran parte de los habitantes, contribuyendo a que la situación no se repita. Un hecho importante es que los estudiantes que se gradúan del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) migran temporalmente para proseguir sus estudios en la capital del estado de Oaxaca o en la Ciudad de México, pero la mayoría de ellos regresan como profesionistas.

La experiencia en Capulálpam de Méndez es un modelo de lucha y resistencia con avances notables, pero como en toda experiencia que deriva del ensayo-error, las personas se saben en permanente cambio. Aun cuando basan sus decisiones en usos y costumbres, conocen las fallas de su sistema y buscan modificarlas; una acción permanente es la búsqueda de alternativas económicas sustentables, lejos de la avasalladora minería y deforestación. El esfuerzo colectivo se mantiene y se reinventa. No claudica. ✍

Anna Lee Mraz Bartra es profesora de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM (mrazbartra@gmail.com).



Imagen tomada del sitio de Facebook de la empresa

Juguete Arte Capulálpam

Oferta digital de Libros ECOSUR

El catálogo Libros ECOSUR cuenta con obras académicas, manuales para el manejo de recursos, guías científicas y materiales de divulgación dirigidos a profesionistas, productores, tomadores de decisiones, personas con discapacidad visual y público en general.



Revisa nuestra página y conoce la oferta de audiolibros de divulgación, así como de libros electrónicos para descarga en dispositivos.



Conversación con
Jorge Bolaños Citalán

De ratas y ratones... o el queso no es como lo pintan

Remy —la rata chef de la película *Ratatouille*—, Speedy González, Jerry —rival del gato Tom—, Pinky y Cerebro, Mickey Mouse y algunos otros personajes clásicos, son apenas una muestra de cómo los roedores se han insertado en la cultura popular, quizá debido a su cercanía en nuestros espacios. Si bien a nivel mundial provocan pérdidas económicas y son vectores en la transmisión de enfermedades emergentes, también es cierto que son muy necesarios por lo que aportan a los ecosistemas. De estos beneficios trata el presente texto, el cual surge de una entrevista radiofónica con Jorge Eduardo Bolaños Citalán, responsable técnico de la Colección de Mamíferos de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en la Unidad San Cristóbal.

¿Qué son los roedores?

Los roedores (orden Rodentia) son el grupo más numeroso entre los mamíferos. Cuentan con dos pares de incisivos, uno superior y otro inferior, que les resultan muy funcionales para comer y defenderse; sin embargo, esos dientes no dejan de crecer, así que los tienen que desgastar royendo o mordisqueando constantemente. Es muy probable que de inmediato pensemos en las ratas y ratones, pues son bien conocidos por su presencia en nuestras casas, pero también hay roedores silvestres, como ardillas, puercoespines, topos, castores, conejillos de indias y hámsters, entre muchos otros, que constituyen una pequeña parte de su gran diversidad. Algunos apenas miden de 3 a 4 centímetros y pesan unos pocos gramos (hay varios en Asia), mientras que otros son muy grandes, como el tepescuintle, que pesa de 8 a 10 kilos y mide unos 70 centímetros; es el

de mayor tamaño en el sureste de México y es muy apreciado por el sabor de su carne. En Sudamérica hay una especie semiacuática, el capibara, que puede pesar hasta 50 kilos y medir casi un metro de largo.

¿Cuántas especies existen?

Casi el 42% de los mamíferos del mundo son roedores, unas 2,200 especies, pero con las técnicas moleculares de la actualidad se han ido describiendo otras nuevas que antes no se consideraban como tales, o que se pensaba que estaban integradas en solo una, cuando en realidad son dos o más. En México, de las más de 500 especies de mamíferos, unas 244 son roedores y alrededor de 90 están en peligro de extinción, ya sea por pérdida de hábitat, porque su endemismo (cuando viven solo en un lugar) las hace vulnerables a la introducción de fauna exótica o por tener una distribución muy restringida. Como ejemplo de esta distribución restringida, hace tres años, en una montaña a casi 3 mil metros de altura en Chiapas, redescubrimos un ratón en su localidad tipo, del que no se sabía nada desde hace un siglo: *Heteromys nelsoni*.

Los roedores viven prácticamente en cualquier ambiente: selvas, bosques, desiertos, montañas y pastizales de todo el mundo, con excepción de la Antártida; in-

cluso se les encuentra en zonas muy frías, como Alaska, el Himalaya o los Andes, donde hace unos años se descubrió una especie viviendo a casi 6 mil metros de altura. Su alimentación es muy variada, consumen semillas, hierbas, flores, raíces o insectos. Algunos comen carne y muchos son omnívoros; incluso los cables y cosas duras, como la madera, son carcomidos por ratas y ratones en su eterna necesidad de roer y desgastar sus dientes. Hay que aclarar que estos últimos no son americanos, sino que vinieron con los colonizadores en los barcos europeos; ya estaban acostumbrados al contacto humano, así que al llegar aquí buscaron su medio de vida entre las personas.

¿Qué importancia tienen para el ser humano y el ecosistema?

En ciertos lugares, el consumo de roedores es parte de la cultura de los pueblos, pues su carne es una fuente importante de proteína. Son muy apreciados en las gastronomías locales. Hemos hecho algunas investigaciones en torno a su oferta en los mercados de los Altos de Chiapas, como el de Oxchuc, y encontramos una variedad bastante grande usada para el consumo humano. En la otra cara de la moneda, es muy probable que las ratas fueran las



responsables de la pandemia de peste que acabó con la tercera parte de los habitantes de la Europa medieval, al ser portadoras de las pulgas que transmiten la bacteria *Yersinia pestis*, causante de la peste bubónica; aunado esto a las condiciones insalubres de la época, se desencadenó un colapso poblacional en Europa durante el siglo XIV. Actualmente no son raras las enfermedades provocadas por roedores; en sus excretas, saliva y orines pueden existir algunos virus, como el hanta, y varios tipos de arnavirus que provocan fiebres y enfermedades hemorrágicas agudas. Este año, en Mongolia hubo un brote de cierto tipo de peste bubónica asociada al consumo de carne de marmota que no estaba lo suficientemente cocida.

A pesar de los riesgos mencionados, los roedores tienen un valor enorme en los ecosistemas. Son regeneradores de áreas naturales, lo cual se aprecia con las ardillas que recolectan bellotas y las entierran como reservas para el invierno; no recuerdan la ubicación de todas y muchas semillas se quedan bajo tierra y favorecen el crecimiento de nuevo árboles. Además, estos mamíferos son la base de la pirámide alimenticia de muchos animales, entre ellos, zorros, linces y búhos. Los lemmings de Alaska presentan ciclos de aumento en su población; por decir algo, en un momento pasan de 100 a 3 mil y esto implica una gran abun-

dancia de alimento para otras criaturas, que pueden prepararse mejor para las condiciones adversas del invierno. También es cierto que cuando los lemmings están en su punto poblacional más alto, se genera estrés entre ellos y compiten por el alimento con la consecuente disminución de su población.

¿Por qué se usan en la investigación clínica?

Las ratas y ratones comunes se consideran un modelo animal excelente. Son pequeños, manejables, fáciles de criar en cautiverio, no necesitan mucho espacio y su ciclo vital es rápido. Esto último se refiere a que un roedor puede tener 5 o 6 camadas al año, según la especie, con varias crías cada vez, las cuales alcanzan la madurez sexual en un lapso máximo de dos meses y entonces empiezan a reproducirse. En general, son muy útiles para analizar procesos como el cáncer, enfermedades infecciosas y aquellas asociadas a ciertas mutaciones genéticas. Muchas veces se les usa para estudiar el sistema inmune del ser humano, con el que parece haber semejanza. Por otra parte, se pueden cruzar de manera emparentada para obtener individuos genéticamente idénticos, es decir, cruzar a los de una misma camada permite contar con un genoma muy similar o casi idéntico, permitiéndonos analizar la disposición a desarrollar ciertas enfermedades.

¿Cuál es su principal amenaza?

Algunas especies son muy sensibles a la pérdida de hábitat y la deforestación. Por ejemplo, las arborícolas, como el nombre lo dice, necesitan de ciertos árboles para vivir, así que la tala inmoderada las pone en riesgo.¹ O las industrias en el norte de México que han afectado severamente las poblaciones de perritos de la pradera, a los que además la gente empezó a envenenar porque cavan hoyos en los que se cree que el ganado se puede romper las patas. También podemos mencionar a los roedores endémicos de algunas islas (principalmente en el mar de Cortés), los cuales están en peligro de extinción por la introducción de especies ferales, como gatos, a su hábitat.

¿Cómo podemos controlar sus poblaciones?

Una forma de controlarlos en nuestras casas y cocinas, particularmente a ratas y ratones, es manteniendo un buen manejo de la basura y los residuos. Son muy listos y a veces detectan si hay algo raro en el alimento que van a consumir.

Una forma de ya no ver a los roedores como amenaza es conociendo más acerca de ellos. Al respecto, aunque los asociamos con el queso, normalmente prefieren las semillas y curiosamente los atrae lo dulce; por cierto, una de sus debilidades es el chocolate. Un dato interesante es que caminan pegados a la pared, pues les brinda una sensación de seguridad, y van dejando un rastro químico que es interpretado por otros como una señal de protección. En el caso de los roedores silvestres, son sumamente importantes y se les debe valorar y preservar. }{

¹ Ver "Roedores extremos. Del suelo a las alturas", *Ecofronteras* 58, <https://bit.ly/3m5LdCv>

Extracto de la entrevista transmitida en octubre de 2020 en *Voces de la ciencia desde el sur* (www.radiodelcolmich.com) y *Enciclopedia Radio* (<https://bit.ly/3keEs0m>).

Elena Anajanci Burguete Zúñiga es integrante del área de Comunicación, Difusión y Divulgación de la Ciencia de ECOSUR San Cristóbal (eaburguete@ecosur.mx).



FREPIK.COM

Crónica de la covid latinoamericana



LUIS RAMÍREZ (@ANTIPEIODISMO)

Familiares de presos políticos en Chiapas exigen su liberación. Se encuentran en plantón frente al Palacio de Gobierno desde junio de 2020.

En nuestra era marcada por la enfermedad covid-19, diversas voces se entrelazan en los ecos de un dolor que venía desde antes, desde los márgenes. Violencia, pobreza, marginación y otras realidades cuya dureza se acrecienta con el confinamiento y la incertidumbre. ¿Cómo afrontarlo en nuestros confines personales? Silencio y remembranza como pequeños actos de resistencia.

Ángela Sofía García Estrada
Te has despertado ya, después de una larga noche en la que tus pensamientos no te dejaban tranquilo; miras el reloj, son las 7, hora de levantarse, de ir al trabajo que queda al otro lado de la pequeña ciudad que has decidido habitar. Escuchas las noticias, checas Facebook, tus

amigos te llaman y la tendencia es la misma: ha llegado un virus que impide a las personas salir de su casa; con el virus lejos de tu país, crees que no te afectará. Tres días después te notifican en el trabajo que ya no podrás asistir, ahora todo será en línea, darás clases en línea; crees que

no pasará mucho tiempo, un mes o dos tal vez.

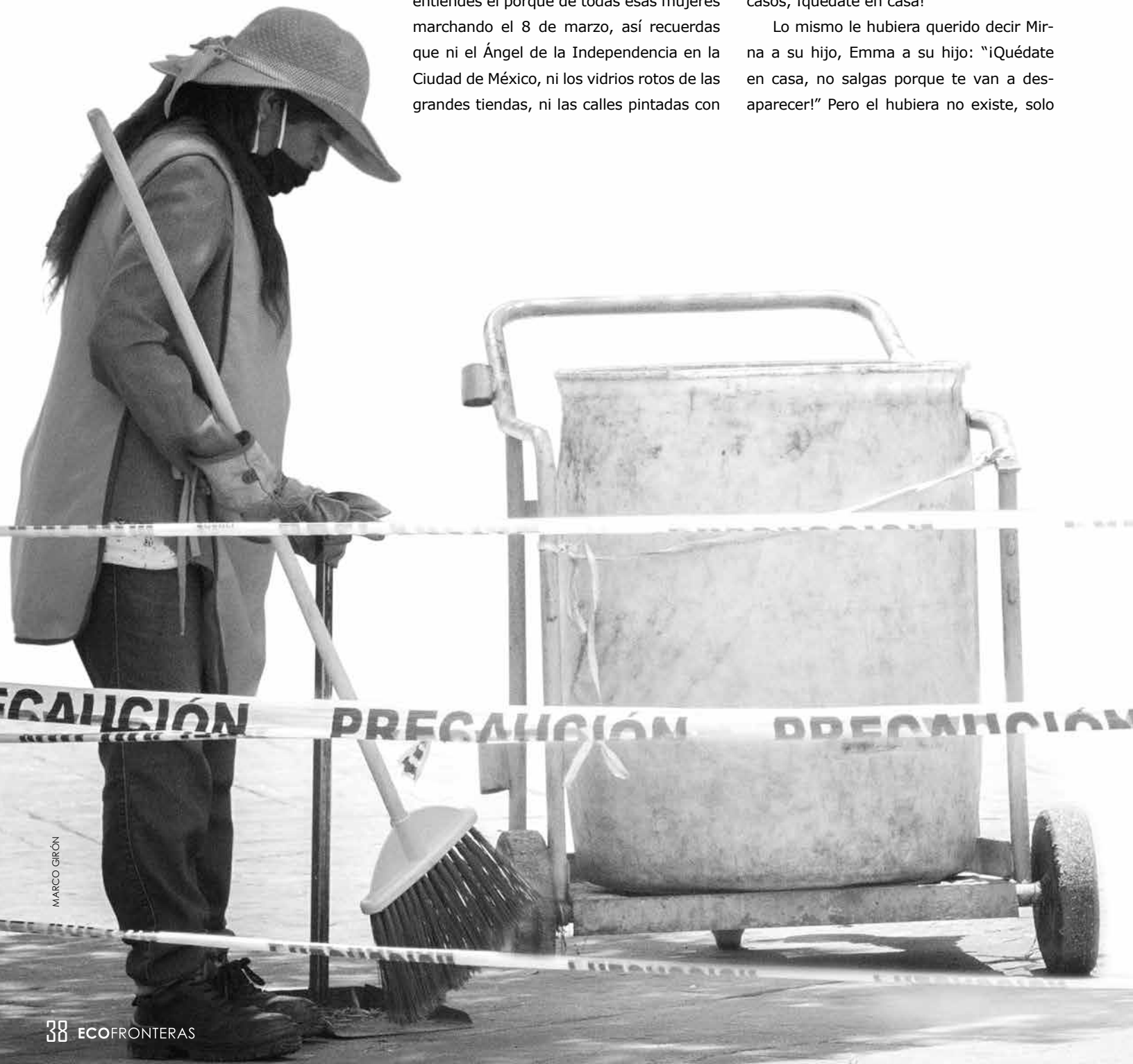
Estás a punto de llegar al tercer mes sin salir, aunque a veces lo haces y vas al trabajo porque hay buen internet. Te lavas las manos las veces necesarias, tratas de quedarte en casa, pero cuestionas si será

que todos lo hagan; tu mente viaja y entonces empiezas a recordar que no todos se quedan en casa, estás en un país donde eso no es posible, ¿te preocupas por esa gente? ¡Claro que te preocupas! Has desarrollado una sensibilidad hacia ciertos temas. No eres indiferente, pero el trabajo consume. Te quedas viendo a la ventana mientras fumas un cigarrillo, pensando en esa gente.

24 de mayo, Diana se quedó en casa, en Nayarit, tenía 21, estudiaba derecho y tomaba clases en línea. Diana fue asesinada, la mató su primo con 39 puñaladas. Podía ser un psicópata, ¡qué bueno que lo detuvieron! 24 de mayo, Leonila se quedó en casa, en Nayarit, estaba con su bebé. Leonila era indígena, tenía 30. Fue asesinada, la mató su vecino con 24 puñaladas. ¡Qué bueno que lo detuvieron! Entonces entiendes el porqué de todas esas mujeres marchando el 8 de marzo, así recuerdas que ni el Ángel de la Independencia en la Ciudad de México, ni los vidrios rotos de las grandes tiendas, ni las calles pintadas con

consignas feministas regresarán a la vida a Leonila o a Diana, pero entiendes que de alguna manera así sale el dolor, así se pide justicia y así se organizan las compas para crear un mundo mejor. ¿Están en el centro o en el margen? Ahora en el margen, siempre ahí, pero ahora más, las noticias de la enfermedad covid-19 opacan los feminicidios; Leonila o Diana, ¿qué más da? La covid-19 está en Nayarit, han sumado 300 casos, ¡quédate en casa!

Lo mismo le hubiera querido decir Mirna a su hijo, Emma a su hijo: "¡Quédate en casa, no salgas porque te van a desaparecer!" Pero el hubiera no existe, solo



queda luchar, salir a las calles a buscar a sus hijos que fueron desaparecidos. Ahora con la pandemia todos les dicen: "No salgas, no busques, no grites, no llores, no pidas justicia, no hay tiempo, hay un virus en tu país".

Mientras tú estás en casa, tomando una taza de café, preparando la clase de mañana, algo ves en internet y te quedas inerte, mataron a Giovanni en Guadalajara, la gente sale, protesta, grita, rompe. ¿Qué pasa? Ya no están las guerrillas, ya no hay guerras civiles, ya no hay exiliados, ¿acaso no vivimos en una Latinoamérica más tranquila? La voz en tu cabeza rápidamente te contesta que no.

Sigues viendo las noticias en tu ordenador, comienzas un diálogo interior en el día 77 de tu confinamiento, te das cuenta de los desplazados en Chiapas. Están muriendo, pero no por el coronavirus; entonces no son noticia, ellos nunca son noticia, tampoco lo son quienes llevan en la frontera parados ya más de tres meses. ¿Quiénes? ¿Los migrantes? ¿Eran noticia? Son parte de una caravana migrante, han salido huyendo de sus países centroamericanos. Te acuerdas de que el hambre también es violencia, te acuerdas del sujeto que te pidió una moneda la semana pasada; no estaba en casa, él no se pudo quedar en casa, si tan solo tuviera una casa. Te lees la información sobre 40 recolectores de basura que, se considera, murieron por covid-19 en la Ciudad de México; a diario salen, a diario miles de personas los están viendo, pero no los ven, ¿será como menciona José Saramago? ¿Somos ciegos que viendo, no ven?


Los ubicas a todos, están ahí, en el arte, en tu póster pegado en la pared: "Ayotzinapa ¡Vivos se los llevaron! ¡Vivos los queremos!" Entiendes todo, entiendes que la policía está al servicio del Estado, que las protestas son manifestaciones contra el dolor y la desesperanza, que aquellas madres organizadas de pronto nos recuerdan que sí es posible unirse por solidaridad, sin esperar nada material a cambio, solo a sus

hijos; entiendes que en el lugar donde vienes hubo esclavismo, tortura. Y todavía la hay, los cafetales con niños centroamericanos trabajando lo comprueban. Tu mente se viaja más, estás en Brasil, ¿ahora qué pasa? Las protestas antirracistas se apoderan de las calles, los negros se hacen presentes, los afrodescendientes también exigen que Bolsonaro renuncie, aquí no hay coronavirus, aquí hay ganas de que ya no nos maten por ser afrodescendientes, como a Floyd.

Te encuentras otra noticia, en Ecuador la gente está sacando a las calles a sus muertos por covid-19 ante la negligencia del gobierno; ves unas fotos, personas envueltas en cobijas, y no entiendes cómo fue posible. Te vienen a la mente los sucesos ocurridos en Puerto Rico y en Chile antes de todo esto. Respiras porque recuerdas que no todo está perdido; salieron, gritaron, rompieron, cantaron, la comunidad LGBT en Puerto Rico, los estudiantes en Chile te recuerdan esa cancioncita que dice... No, ya no la recuerdas. ¿Era Víctor Jara? ¿Silvio Rodríguez? ¿Alí Primera? En fin, escuchas "Te recuerdo Amanda", el amor entre dos obreros, no muy distinto a los tiempos de Jara; ahí siguen los obreros, 432 "muertos por covid" en las maquilas de Baja California, y supones que Manuel no hubiera muerto por irse a la Sierra, hubiera muerto por covid-19 si viviera en 2020.

Regresas a México, te ubicas otra vez más cerca de tu contexto, escuchas la radio: "Presos en Chiapas se están infectando de covid-19". ¿Los presos? ¿Quién se acuerda de los presos? Tal vez en estos tiempos casi nadie, pero ahí está la colectiva de abogadas luchando por las mujeres reclusas que fueron gaseadas en medio de una pandemia. Ya no se permiten visitas, no quieren que los prisioneros sean contagiados por sus familias. Probablemente ahora se sientan más solos, más en el margen. Nadie nunca los piensa, pero entre ellos mismos se recuerdan, se organizan, se nombran: presos políticos, presos indígenas obligados a firmar papeles que

no están en su idioma, presos que hoy con la pandemia están aún más confinados, como si eso fuera posible. Y sueñas, sueñas con que un día ya no existan las cárceles, apagas la radio y te vas a acostar.

Sin dormir, llegas hasta Colombia, ¿qué pasa allá? Cien líderes sociales asesinados en lo que va de 2020, todos ellos luchando en el margen, siguen las guerras que tocan a tu puerta y también de alguna manera te matan... ¿La última vez que sucedió? ¡Ayer! Mataron a Alexander en Oaxaca, 16 años, lo asesinó la policía. Su madre enfurecida, llena de rabia, llora y reclama, nos evidencia que si eso le hicieron a su hijo, "a nosotros también nos lo pueden hacer", y te preguntas ¿mi madre diría lo mismo? Sabes que sí y entonces te quedas en silencio, todo se queda en silencio, porque así también recuerdas a quienes ya no están. Te levantas, escribes, te sientes un poco mejor al cavilar en lo que dice Arfuch respecto a que la narración también es resistencia, y lees tus palabras que han sido inspiradas por quienes están en los márgenes, pero con templanza lo piensas —te piensas—, si acaso no lo estás también tú. 

Ninguna de las historias aquí contadas es ficticia, por el contrario, esta crónica encuentra su inspiración en las noticias que se miran día a día durante el periodo de pandemia por covid-19 en América Latina, así como en las lecturas: Arfuch, L. (2017). *Sujetos en los márgenes*. En Alba, A. y Peters, M. (coord.), *Sujetos en proceso: diversidad, movilidad y políticas de subjetividad en el siglo XXI*. UNAM. / León, E. (2012). *Virtudes y sentimientos sociales para enfrentar el desconsuelo*. Sequitur, UNAM.

Ángela Sofía García Estrada es estudiante de la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de ECOSUR (angela.garcia@estudianteposgrado.ecosur.mx).

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 institución, categoría o puesto y área de adscripción de todas las autoras y autores, así como su correo electrónico. Por ejemplo: Alberto Martínez es investigador del Departamento de Sociedad, Cultura y Salud, ECOSUR Villahermosa (amarti@ecosur.mx); Ángela Boettger es académica de la Facultad de Agroeconomía, Universidad Autónoma del Sur (miranda@edu.mx).
- ▶ 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), 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.

Ecofronteras digital: <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras>



Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México. Con catálogo de especies

Noemi Arnold, Raquel Zepeda, Marco Vásquez Dávila y
Miriam Aldasoro Maya

¿Cuáles son y en dónde habitan las abejas sin aguijón (o meliponinos) de Oaxaca? ¿Cómo es la relación del humano con las abejas nativas en este territorio? ¿Cuál es la problemática y las alternativas para la conservación de estos útiles insectos? Estas y otras preguntas se responden en este contundente libro, cuyos capítulos abordan la biología de las abejas, el pasado y estado actual de su crianza, así como propuestas de conservación. Se incluye un cuento para niños y jóvenes y un catálogo de especies.



Recetario. Culinaria local en Cacahoatán, Chiapas

Erin Estrada Lugo, Eduardo Bello Baltazar

Este libro presenta la culinaria local de mujeres cocineras y familias campesinas del ejido El Águila en el municipio de Cacahoatán, Chiapas. Se muestra parte de su dieta tradicional con ingredientes como el maíz, la pacaya, el chayote, entre otros productos locales de sus sistemas productivos como el huerto, el cafetal y la milpa. Este documento ofrece no solo conocer la culinaria local a través de variadas recetas, sino también recuperar y revalorar su cultura alimentaria.



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

Tapachula
Carretero 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. Centro, Tabasco · Tel: 993.313.6110

www.ecosur.mx

