

Sociedades rurales, producción y medio ambiente

ISSN 2007-7556



Revista semestral del Departamento de Producción Agrícola
y Animal de la UAM-X



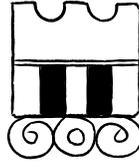
Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

42

Julio-Diciembre
2021

Sociedades rurales, producción y medio ambiente

Sociedades rurales, producción y medio ambiente



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General
José Antonio de los Reyes Heredia

Secretaria General
Dra. Norma Rondero López

UNIDAD XOCHIMILCO

Rector
Dr. Francisco Javier Soria López

Secretario
Mtro. Mario Alejandro Carrillo Luvianos

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Director
Mtra. María Elena Contreras Garfias

Jefa del Depto. de Producción Agrícola y Animal
M. en S. Nora Rojas Serrania

Director de la revista
Adolfo Álvarez Macías

COMITE EDITORIAL

Ciencias Agrícolas
Dr. Carlos H. Ávila Bello
Centro de Estudios Interdisciplinarios de Agrobiodiversidad
(CEIABio)
Universidad Veracruzana

Dr. Rodolfo Figueroa Brito
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos
Instituto Politécnico Nacional

Dr. Daniel Ruiz Juárez
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

Ciencias Pecuarias
Dr. Carlos Arriaga Jordán
Instituto de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural
Universidad Autónoma del Estado de México

Dr. Luis Corona Gochi
Jefe del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Antonio Martínez García
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

Calidad e Inocuidad de Productos Agroalimentarios
Dr. Arturo Camilo Escobar Medina
Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (Cuba)

Dr. Eduardo Morales Barrera, UAM-X
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

Dra. Silvia D. Peña Betancourt
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

Economía y Desarrollo Rural
Dra. Tamara Perelmuter
Instituto de Investigaciones Gino Germani (IIGG)
Universidad de Buenos Aires

Acuicultura y Pesca
Dr. Iván Gallego Alarcón

Diseño y formación
D. C. G. Mary Carmen Martínez Santana

Corrección de estilo
D. C. G. Amada Pérez

SOCIEDADES RURALES, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE.
Año 2021, número 42, julio-diciembre de 2021 es una publicación semestral de la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Producción Agrícola y Animal. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Delegación Tlalpan, C.P. 14387, México, D.F., y Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, México, D.F., Tel. 54837231 y 54837230. Página electrónica de la revista: <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma> y dirección electrónica: aalvarez@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable Adolfo Álvarez Macías. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2011-081214583100-203, ISSN 2007-7556, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Mary Carmen Martínez Santana, asesor externo. Fecha de la última modificación: 28 de diciembre de 2021. correo: macma_577@hotmail.com. Tamaño del archivo 2600 KB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Suscripción anual (2 números)
México: \$220.00
Estados Unidos: \$50.00 USD
Centro América y Sudamérica: \$40.00 USD
Europa: \$60.00 USD

© 2000, Universidad Autónoma Metropolitana, D.R.

Índice

Editorial	9
Política de la revista	13
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
Acceso a los recursos fitogenéticos e información digital de secuencias: ¿El desarrollo de nuevas tecnologías afecta el reconocimiento al conocimiento tradicional? <i>Arcelia González</i>	17
Formatos de participación y aprendizaje comunitario en la gestión de un ecosistema coralino. <i>Jaime Matus Parada</i>	41
Efecto de la 17 α-metilt testosterona y zanahoria deshidratada en la expresión de caracteres sexuales secundarios y de interés productivo de <i>Melanotaenia boesemani</i> en condiciones de laboratorio. <i>Gabriel Ricardo Campos Montes, Daniela Pérez Hernández, Thania Medrano Mendoza, Psique Victoria Rivero Martínez y David Alberto Martínez Espinosa</i>	65
Efectos del COVID-19 en el tianguis orgánico del Centro Universitario de la Costa Sur, Autlán de Navarro, Jalisco. <i>Peter R.W. Gerritsen, José Abad Aispuro Chávez, Sheyla Nallely Muñoz Belmont, Iris Álvarez Ayón, Tania Denis Medina Antillón, Erika Fernández Ojeda y Samuel Tlatempa Martínez</i>	79

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

Pronósticos para la inversión y los costos ambientales tras el Covid-19 en México.

Pablo Sigfrido Corte Cruz y Pablo Torres Lima

101

Investigación-acción-participativa en el aprovechamiento sostenible de epífitas de huertos de café de sombra de pequeños productores, Xicotepec, Puebla, México.

Mario del Roble Pensado Leglise, Karina Macías Ruiz y Jorge Alejandro Silva Rodríguez de San Miguel

135

Caracterización de proteínas, grasa y perfil graso de maíces criollos (*Zea mays*) en poblados del Estado de México.

Carlos E. Pliego, María de Lourdes Ramírez, Rutilio Ortiz y Beatriz Hidalgo

155

171

Guía de autores

Editorial

La revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* ha mantenido su aparición regular desde el año 2000, confirmándose con este número el interés por conservar su vigencia. Su publicación se apoya en el Departamento de Producción Agrícola y Animal, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco; en la actualidad bajo formato digital. La revista prosigue en el proceso de mejora continua de sus procesos editoriales, así como de economía, acorde a los tiempos de austeridad que vive nuestra Universidad y la economía nacional en su conjunto.

En los últimos números se ha aumentado el número de colaboraciones, a pesar de que ello ha propiciado leves retrasos en la aparición de la revista, pero ha permitido interaccionar con mayor número de autores y revisores y, en especial, ha implicado un acercamiento a los estándares de calidad que exigen los índices de revistas. En nuestra publicación siempre se tiene una alta valoración a las aportaciones de autores, árbitros y editoras, así como el respaldo de la Jefatura del Departamento de Producción Agrícola y Animal, que han resultado esenciales en el proceso de permanencia y mejora de la revista. En este contexto, sigue abierta la convocatoria para que investigadores y estudiosos de diversas instituciones nacionales y del extranjero, y desde las diferentes disciplinas relacionadas al desarrollo de las sociedades rurales, producción agropecuaria y pesquera, así como del medio ambiente, propongan aportaciones derivadas de sus investigaciones que coadyuven a atender y entender problemas tan relevantes como la pobreza rural, la inseguridad alimentaria, los bajos índices de productividad vegetal y animal, sostenibilidad y de bienestar animal, así como el desarrollo desigual que han resultado en obstáculos mayores para el desarrollo agropecuario, agroalimentario y rural. No obstante, existen opciones de abonar a las oportunidades que derivan del actual modelo de desarrollo, como las producciones y los mercados orgánicos, las tecnologías agroecológicas, prácticas de conservación y restauración de los recursos naturales y fauna silvestre, economía del hogar y participación de la mujer en las actividades rurales, procesos asociativos innovadores y los nuevos hábitos de consumo, por mencionar algunos de los más relevantes.

En este número se presentan siete contribuciones que revelan el carácter multidisciplinario de la publicación. Las primeras cuatro corresponden a artículos de investigación y los otros tres trabajos son notas de investigación. En el primer artículo de investigación se aborda el *Acceso a los recursos fitogenéticos e información digital de secuencias: ¿El desarrollo de nuevas tecnologías afecta el reconocimiento al conocimiento tradicional?*, cuyo objetivo consistió en analizar el posible impacto de la información digital de secuencias genéticas para el reconocimiento del conocimiento tradicional sobre los recursos fitogenéticos. Se pretende abordar esta problemática desde los conceptos: Gobernanza, de Claus Offe; Ciencia Ciudadana, de Alan Irwin, y el de Resistencia, de Andrew Feenberg. Se concluyó, entre otras relevantes cuestiones, que desde que entró en vigor el Protocolo de Nagoya, en 2014, la problemática de cómo compensar a las comunidades indígenas, respecto a su conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos que han utilizado las empresas, institutos especializados e investigadores a los que se les autoriza el acceso al recurso genético, mediante un contrato de acceso, se complejizó debido al carácter colectivo de la situación en la que viven los pueblos y comunidades indígenas. En el segundo artículo, se examinan los *Formatos de participación y aprendizaje comunitario en la gestión de un ecosistema coralino*, cuyo objetivo fue explorar los aprendizajes comunitarios relacionados con la gestión local del ecosistema coralino, ubicado en Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Se procedió a determinar 20 actividades de gestión sobre las cuales se analizó la manera en que una comunidad costera aprende sobre ellos, para lo cual se entrevistaron a los habitantes más activos en la gestión ecosistémica con el fin de indagar sobre tres formatos diferentes: intercambios informales, reuniones comunitarias e interacciones extracomunitarias. Se concluyó que la comunidad no está accediendo a algunos contenidos informativos nacionales e internacionales, además presenta problemas para hacer operativos otros aprendizajes comunitarios construidos. Lo anterior ha derivado en vacíos de gestión que deja al sistema coralino en una situación vulnerable hacia el futuro por no atender amenazas globales.

En el tercer artículo se procedió a una evaluación sobre la inclusión de 17 α -metiltestosterona y zanahoria deshidratada en la dieta de *Melanotaenia boesemani* en relación con: la supervivencia, largo patrón, porcentaje de organismos con patrón de color propio de los machos y extensión de color amarillo en la región caudal de éstos. Se distribuyeron 480 alevines en cuatro tratamientos con cuatro réplicas cada uno. Los tratamientos fueron Control (alimento comercial), MT (Alimento comercial con 17 α -metiltestosterona), Control con Zanahoria y MT con Zanahoria. No se registraron diferencias entre los tratamientos en las supervivencias ($P > 0.5$), y MT fue el que presentó el mayor largo patrón a los 90 y a los 250 días ($P < 0.05$). Los grupos que recibieron las

dietas MT y MT con zanahoria presentaron mayor porcentaje de machos aparentes y MT/Zanahoria presentó mayor extensión de color que MT. Por lo tanto, el uso de MT con zanahoria es una alternativa para mejorar la comercialización de *M. boeseman*. En el cuarto y último artículo se examinaron los *Efectos del COVID-19 en el tianguis orgánico del Centro Universitario de la Costa Sur, Atlán de Navarro, Jalisco*, mediante una investigación socioeconómica. En concreto se estudiaron las respuestas, frente a la pandemia, de los integrantes de una red de productores, quienes han venido participando en un tianguis semanal en el Centro Universitario de la Costa Sur, en el suroeste del estado de Jalisco. Se determinó que, aun cuando el tianguis no representaba el único punto de venta para los productores, sí permitía un ingreso seguro cada semana para la mayoría, además de un punto de reunión y venta, por lo cual todos estarían dispuestos a regresar cuando las actividades del Centro Universitario se reactiven.

Las tres siguientes contribuciones consistieron en notas de investigación. En la primera se pronosticaron los costos ambientales de México, considerando el papel de la inversión bruta, antes y después, de la enfermedad COVID-19. Se diseñaron tres modelos econométricos de series de tiempo, ARIMA, ARIMA-X y ARCH, en los cuales se toma en cuenta el papel de la tasa de interés en ambas variables. Los resultados mostraron que la inversión hubiera aumentado sin pandemia, en contraste, al resultado bajo la presencia de este virus a lo largo de 2020 y hasta 2021. Al mismo tiempo, se estudiaron los costos ambientales que pudieron elevarse por efectos del SARS-COV2, en comparación al pronóstico previo a la presencia de la pandemia. Se concluyó que el pronóstico de la Inversión Bruta, tras el COVID-19, presenta un comportamiento menor en comparación con un escenario sin enfermedad. Este mismo escenario se verifica con la tasa de interés que presenta comportamientos más reducidos, contrario a su tendencia ascendente bajo la ausencia de la pandemia, entre otros aspectos. Este tipo de estudios, respecto a la evolución de la enfermedad y ante la espera de resultados del proceso nacional de vacunación en México, se revelan pertinentes y necesarios. En un segundo trabajo, se estudia una experiencia de investigación-acción-participativa sobre el uso sostenible en cafetales de sombra de pequeños cafetaleros del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, en el que se incluyó la preparación de una propuesta de la viabilidad económica del establecimiento de un orquideario y otras epífitas nativas. Se identificaron las epífitas silvestres que los pequeños cafetaleros conservan en sus huertas de sombra y se elaboró un catálogo; posteriormente, se desarrolló un proyecto de inversión con estimaciones derivadas del estudio de mercado de cuatro sitios de comercialización de Puebla y Ciudad de México, con lo que se mostró la viabilidad de esta iniciativa. Por último y para cerrar estas contribuciones, se examina el contenido de proteínas, grasa

y perfil lipídico de los granos de maíz de color azul y rojo de la zona oriente del Estado de México, que fueron colectados en poblados de la zona oriente, entre las cosechas de 2017 y 2018, con un total de 23 muestras de maíz. Los análisis se realizaron siguiendo las técnicas de la AOAC. Los resultados valoraron la grasa cruda, proteína y ácidos grasos. Se apreciaron ligeras diferencias con otros datos publicados, probablemente por las condiciones climáticas que incidieron en la expresión genética. Estos resultados sugieren la relevancia de continuar con este tipo de investigaciones para describir a los maíces criollos y favorecer su conservación.

Finalmente, se reitera que el proceso de mejora general en que está inmersa la revista se mantendrá para que se logre el reconocimiento necesario que atraiga a nuevos autores y lectores, por tanto, son bienvenidas todas las sugerencias y observaciones que coadyuven en este sentido. A la vez, esta publicación está abierta a todas las propuestas académicas de calidad susceptibles de ser publicadas.

Adolfo Álvarez Macías
Director

Política de la Revista

La revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* prosigue con su publicación periódica y cada vez está más cerca de alcanzar la puntualidad en su aparición semestral, gracias a la colaboración tanto de autores como de revisores y cuerpo editorial. También se ha continuado con la mejora progresiva de los mecanismos de evaluación de los manuscritos que se presentan y se han acortado los períodos de respuesta a los autores, lo que permite a la revista responder, cada vez más, a los requerimientos de una publicación de calidad susceptible de ingresar a los índices de revistas más relevantes del país. Para ello, ha sido apreciable el impulso que mantiene el Departamento de Producción Agrícola y Animal, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, que está comprometido en la divulgación de resultados de investigaciones de los cuerpos de académicos, como lo mandata su Ley Orgánica. Asociado a lo anterior, es importante la participación de todos los investigadores que consideren a la revista como un canal de divulgación pertinente.

Prueba de lo anterior es que la revista ha rebasado los 20 años de aparecer regularmente. Desde su origen, la revista se planteó con el objetivo central de comunicar y promover los avances en el desarrollo de las ciencias y campos de conocimiento asociados al estudio multidisciplinario de la producción y las transformaciones sociales, económicas, tecnológicas y ambientales, en las sociedades y los territorios rurales, en el marco de un sistema alimentario mundial y regional que no cesa de evolucionar y de marcar nuevos retos de investigación, análisis y evaluación. Las temáticas que se privilegian en esta publicación comprenden los procesos que inciden en la confección de los distintos modelos de producción agrícola, ganadera, silvícola, acuícola y pesquera, así como las actividades inherentes al desarrollo rural y alimentario bajo los métodos de análisis y la aplicación del conocimiento biológico, ambiental, tecnológico y socioeconómico, privilegiando los enfoques multi e interdisciplinarios.

Así, la publicación comprende los cuerpos de conocimientos y métodos de las ciencias biológicas, sociales y ecológicas que tratan de explicar los problemas –científicos, tecnológicos, sociales y culturales– que enfrentan las sociedades en sus territorios rurales, la agricultura, los recursos naturales, la fauna, la alimentación y el desarrollo regional. En ese marco, en la revista se intenta proponer análisis y discusiones que generen, cada vez más, posibles alternativas de solución para problemas y retos locales, regionales, nacionales y globales. De esta forma, *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* se orienta hacia la evaluación de la investigación de frontera y el nivel actual de la discusión entre disciplinas relacionadas con el objeto de estudio. Desde esta perspectiva, se pretende que las distintas contribuciones aborden la temática con rigor científico y con una visión humanista que brinde proyección y sentido a los resultados presentados.

Se reitera que la política de la revista promueve la publicación de trabajos que aporten información inédita y original bajo las siguientes cuatro modalidades: i) Artículos de investigación, ii) Artículos de revisión y Notas de investigación, iii) Ensayos y revisiones bibliográficas y iv) Reseñas de libros y de eventos especializados. Así, la publicación se mantiene como un campo abierto, crítico y constructivo que busca enriquecer las explicaciones científicas e interpretaciones que coadyuven al desarrollo rural, agropecuario, alimentario y regional, teniendo como principios rectores: la equidad, la sostenibilidad y la competitividad.

Aparte de las contribuciones individuales, también se viene fomentando la edición de números temáticos, desarrollados por grupos formales e informales de investigación, para el abordaje de objetos de estudio comunes bajo distintas ópticas analíticas, métodos de trabajo, e incluso disciplinas. Para los interesados en esta última opción se les invita a contactar a la dirección de la revista para coordinar, de la mejor manera posible, alternativas de este tipo. En síntesis, esta revista se mantiene como una casa abierta para contribuciones del medio científico, tecnológico y del desarrollo que permitan fomentar y dar sustento al trabajo académico en beneficio de la sociedad en su conjunto.

Finalmente, nos gustaría subrayar que esta revista está inscrita en LATINDEX, así como en PERIODICA, esperando en el futuro cercano avanzar en su inscripción en otros índices similares.

Para más información sobre la publicación, favor de dirigirse a:

Adolfo Álvarez Macías
Director de la revista.

Acceso a los recursos fitogenéticos e información digital de secuencias: ¿El desarrollo de nuevas tecnologías afecta el reconocimiento al conocimiento tradicional?

Arcelia González Merino¹

Resumen. El acceso a los recursos genéticos, así como el compartimiento justo y equitativo para los proveedores, ha sido un tema de gran controversia a nivel internacional desde hace casi tres décadas, desde que entrara en vigor el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), en 1993.

México es parte del CDB, desde 1993, y del Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y la Participación Justa y Equitativa que derivan de su Utilización (desde 2014), por lo que el reconocimiento sobre las contribuciones del conocimiento tradicional constituye un reto para nuestro país. El desarrollo de la biotecnología moderna y el uso digital de secuencias constituye también un enorme reto para afrontar esta problemática.

El objetivo del presente trabajo es analizar el posible impacto de la información digital de secuencias genéticas para el reconocimiento del conocimiento tradicional sobre los recursos fitogenéticos. Se pretende abordar esta problemática desde los conceptos críticos: de Gobernanza, de Claus Offe; Ciencia Ciudadana, de Alan Irwin, y el de Resistencia, de Andrew Feenberg.

Palabras clave: Conocimiento tradicional indígena, Información digital de secuencias, Acceso a los recursos genéticos, Protocolo de Nagoya, México.

Abstract. Access to genetic resources and the fair and equitable sharing for providers, has been a subject of great controversy at the international level for more than four decades, since the coming into force of the Convention on Biological Diversity (CBD) in 1993.

Mexico has been part of the CBD since 1993 and the Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Participation that derive from their Utilization (since 2011), so the recognition of the contributions of traditional knowledge constitutes a challenge for

¹ Departamento de Sociología, Área: Impactos Sociales de la Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, e-mail: arcel.2013@gmail.com.

our country. The development of modern biotechnology and the digital use of sequences constitutes a challenge for this problem. The objective of this work is to analyze the possible impact of digital information on genetic sequences for the recognition of traditional knowledge on plant genetic resources. It is intended to address this problem from the critical concept of governance, of Claus Offe, citizen science of Alan Irwin and resistance, of Andrew Feenberg.

Key words: *Indigenous traditional knowledge, Digital sequence information, Genetic resources access, Nagoya Protocol, Mexico.*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la biotecnología moderna, desde la década de los ochenta del siglo XX, ha constituido un gran desafío para poder compensar, de forma justa y equitativa, a los que poseen conocimiento tradicional y realizan innovaciones sobre los recursos genéticos. Estos últimos constituyen la materia prima del desarrollo de la biotecnología moderna.

Con el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), que entró en vigor en 1993, y el Protocolo de Nagoya (PN), en vigor desde el 2014, se intenta impulsar el tercer objetivo del CDB, que plantea:

la participación justa y equitativa en los beneficios que deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías [...], y establecer disposiciones para que se desarrollen las condiciones para el acceso a los recursos genéticos y asegurar la participación en los beneficios, de la parte que provee dichos recursos genéticos. (Naciones Unidas, 1992).

Estos dos convenios han tratado de promover, a nivel internacional, el acceso con la repartición justa y equitativa.

El desarrollo de la tecnología que posibilita digitalizar la información genética ha transformado, de forma radical, la problemática sobre el acceso a los recursos genéticos y el compartimiento de beneficios derivado de su uso. Con la Información Digital de Secuencias (IDS), el uso de los recursos genéticos ya no requiere, de forma estricta, del acceso físico al Ácido Desoxirribonucleico (ADN). El ADN es el material que, de acuerdo a la biotecnología moderna, tiene la capacidad de modificar y transferir características nuevas de un gen a otro gen (Smyth *et al.*, 2020). Esta situación, sin duda, constituye un

parteaguas ya que, al no requerir del acceso físico al material genético, pone en duda el reconocimiento a la contribución que hace el conocimiento tradicional –cuando está asociado– y, con ello, suceda entonces el compartimiento de beneficios establecido en el PN.

Si bien, no existe un concepto aprobado a nivel internacional respecto a la IDS, se sabe que ésta posibilita la obtención de valor de un recurso genético sin estar en posesión del mismo o de su ADN (FAO, 2019). La IDS se refiere también a la habilidad de secuenciar todo, o parte, de las múltiples muestras que tienen como origen diferentes fuentes. Estas tecnologías digitales posibilitan el análisis, almacenamiento y distribución de los diferentes datos respecto al material genético con bajos o casi nulos costos (Smyth *et al.*, 2020).

El objetivo del presente trabajo es analizar el posible impacto social que puede tener la utilización de la información digital de secuencias para el compartimiento justo y equitativo, resultado del acceso a los recursos genéticos asociados al conocimiento tradicional de las comunidades y pueblos indígenas en México.

El trabajo está compuesto por cuatro apartados. En el primero se explica la perspectiva teórica desde la cual se propone analizar esta problemática, con ello se pretende abordar y utilizar, bajo una perspectiva crítica, el concepto de gobernanza, ciencia ciudadana y resistencia. En el segundo apartado se analizan los antecedentes y la situación actual en torno a la problemática de la utilización de la IDS, dentro del CDB, el PT y el Tratado Internacional de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA). En el tercer apartado, se analiza el debate en torno al concepto de IDS y las implicaciones sociales de esta tecnología. Finalmente, en el cuarto apartado se abordan las posibles implicaciones sociales que tiene para México, tanto la regulación del acceso a los recursos genéticos como el de incluir la IDS. Al final se presentan las conclusiones.

Gobernanza, ciencia ciudadana y resistencia

El concepto de gobernanza, sin duda, constituye un paradigma en torno al debate sobre la forma de gobernar dentro de las ciencias sociales y la ciencia política. Gobernanza es el término que se ha venido utilizando, desde la década de los noventa del siglo XX, para referirse a una nueva forma de gobierno, en la que se cuestiona la capacidad del Estado para gobernar de manera jerárquica. El significado de gobernanza es amplio y diverso, pero en general, el término se ha utilizado para aludir a un cambio en la forma de gobernar, un cambio en el que el Estado está perdiendo, o ha perdido, su capacidad para gobernar de manera vertical.

Gobernanza también alude a la participación de otros actores, en algunas ocasiones excluyendo al Estado; en otras incluyéndolo, pero agregando a otros actores, como la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales, o el mismo mercado; en el arte de gobernar, ya no de manera vertical, sino, en muchas ocasiones, de manera horizontal.

Guy Peters ha sido uno de los autores que analiza la noción de gobernanza, explica que el término se ha venido usando para cuestionar la capacidad efectiva del Estado para gobernar, por lo que se plantea la idea de una sustitución, centrada en redes sociales, donde justamente son los actores sociales quienes desarrollan esta capacidad. Sin embargo, desde la perspectiva de Peters, la gobernanza no excluye la participación del Estado, sino que incluye una diversidad de actores, en donde el Estado cumple una función también, interactuando con actores sociales, aunque ya no verticalmente (Peters, 2014).

Renate Mayntz y Claus Offe han señalado que el concepto comenzó a ser utilizado por el Banco Mundial para referirse al gobierno del Estado de forma no jerárquica (Mayntz, 2006; Offe, 2009). Renate Mayntz señala que el concepto de gobernanza alude a acciones de cooperación entre el Estado y la sociedad civil. Desde la perspectiva de Mayntz, el origen de la gobernanza tiene sus raíces en la crisis económica que viviera el capitalismo de las economías más industrializadas en la década de los setenta, cuando la política, centrada en el papel del Estado como rector de la economía, se puso en cuestionamiento. De esta forma, se dudó de la capacidad del Estado para enfrentar los problemas económicos del momento: endeudamiento y déficit fiscal, entre otros (Mayntz, 2006).

Mayntz agrega que, a raíz de esta crisis, se da un cambio trascendente, ya que surgen organizaciones con gran poder, con capacidad de acción, además de que se desarrolla una autonomía en distintos sectores de la sociedad como la economía, la ciencia, la educación, etc., hecho que posibilita una interacción directa entre organizaciones sociales y estatales. Con esta crisis también se desarrolla una creciente regulación privada y de formas mixtas, entre el Estado y la sociedad. Mayntz señala que aun cuando se cuenta con una multiplicidad de actores participando en la regulación de lo público, la gobernanza no necesariamente implica un nuevo y buen funcionamiento del acto de gobernar, aunque sí un cambio estructural político (Mayntz, 2006).

Sin duda, el concepto de gobernanza implica un cambio en la ciencia política, que pasa del interés en el concepto de gobernar por el de gobernanza, aunque, para algunos autores, el concepto de gobernanza implica imputabilidad de las acciones. Es la perspectiva teórica crítica de Offe la que ha enfatizado la ambigüedad del concepto, de modo que nos explica que el término no hace referencia a un sujeto al cual se le puedan

imputar acciones concretas. Offe agrega que en el concepto de gobernanza se incluyen actores heterogéneos, con intereses diferentes y, en muchas ocasiones intereses encontrados; sin embargo, en el concepto gobernanza, otros autores le restan importancia al conflicto de interés que existe entre el Estado y los actores sociales. Offe señala que el concepto de gobernanza, no sólo no considera el conflicto de interés que existe entre el Estado y la sociedad civil, sino que también puede considerar la capacidad del Estado para incluir actores no estatales participando en la política pública (Offe, 2009).

La aportación principal de Claus Offe radica en el análisis crítico del concepto de gobernanza, en contraposición al uso del mismo concepto, para enfatizar la creciente participación de la sociedad civil en múltiples aspectos, que incluyen la toma de decisiones en materia de política ambiental, tecnológica y en la resolución de problemas sociales localizados, entre otros. Uno de los cuestionamientos que Offe realiza a este concepto es que en este uso se da una imputabilidad de las acciones. Al aludir a una serie de características como legítimo, eficiente, responsable, horizontal, hacen de la gobernanza un concepto acrítico de la situación política que analiza (Offe, 2009).

La reflexión crítica de Claus Offe sobre el concepto de gobernanza, lo lleva a señalar que es un concepto ambiguo, en el que no queda clara la responsabilidad de los actores involucrados y en el que, en su uso, no se distingue el conflicto de interés que existe entre el Estado y la sociedad civil. Offe señala que, más bien en el uso del concepto se trata de emplear los poderes cognitivos de los ciudadanos a fin de usarlos como recursos en política pública (Offe, 2009).

Así que con la noción de gobernanza se trata de incluir una mayor participación de la sociedad civil en las decisiones en materia política, en general. El concepto de sociedad civil, sin embargo, también ha sido objeto de cuestionamientos.

El concepto de ciencia ciudadana también ha sido una de las nociones para explicar la participación de la sociedad “sin credenciales profesionales” en el desarrollo de la tecnología, contribuyendo a la producción de conocimiento científico.

Aunque el concepto de ciencia ciudadana no es reciente, es importante destacar a algunos de los autores que han contribuido al uso y expansión del concepto. El término ha sido atribuido a Alan Irwin, en 1995, para referirse a un nuevo paradigma, donde la labor de investigación es resultado de profesionales expertos con la participación del público no experto. Irwin, en el Reino Unido, explicó el término de ciencia ciudadana como una actividad en la cual las labores de investigación eran planteadas, de manera conjunta, por científicos profesionales y el público (Hecker *et al.*, 2018).

En el “nuevo continente”, en los Estados Unidos, Rick Bonney comenzó a utilizar la categoría de ciencia ciudadana en las actividades de proyectos en el Laboratorio de

Ornitología. Más adelante, durante el gobierno de Barac Obama, el director de la Oficina de Ciencia y Política Tecnológica de la Casa Blanca definió el concepto de ciencia ciudadana como un proceso en el cual el público participa en el desarrollo de la ciencia, coleccionando y analizando datos e interpretando los resultados de investigaciones científicas, así como en el desarrollo de tecnologías (Hecker *et al.*, 2018).

La amplitud del tipo de actividades en las que participa la sociedad, sin una formación científica, va desde la conciencia en los problemas ambientales, monitoreo de la biodiversidad biológica, producción de energía y agrícola, participación en la política, uso y construcción de datos que contribuyen a la protección ambiental, a la salud y justicia social, astronomía, etc. Ciencia ciudadana se considera así, como la producción de conocimiento realizada por gente que no está afiliada o reconocida con credenciales académicas o de investigación. Esta ciencia ciudadana incluye a la ciencia amateur, conocimiento indígena, entre otras categorías (Kimura y Kinchy, 2016; Hecker *et al.*, 2018). En general, se ha identificado con el término de ciencia ciudadana para explicar el activismo de los movimientos sociales. Dichos movimientos han contribuido, en gran medida, a la mejora en salud, medio ambiente, actividades dentro de la geografía y, en general, la participación en investigación científica.

Así, lo relevante de la ciencia ciudadana es que los actores participantes no se limitan a una acción de protesta y movilización, sino que contribuyen a la generación de conocimiento científico. De esta manera, tiene como una de sus razones fundamentales los propios movimientos o actores sociales que han demandado, históricamente, ser incluidos en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, los problemas del medio ambiente, etc. A este fenómeno también se le ha llamado modernización epistémica (Kimura y Kinchy, 2016).

El avance de la ciencia ciudadana, para muchos estudiosos de la materia, ha contribuido, en general, al fortalecimiento de la investigación científica.

De esta forma, ciencia ciudadana incluye un amplio rango de perspectivas y conocimientos, desde algunas teóricas, hasta el conocimiento tradicional y el indígena, perspectiva que se pretende rescatar en este trabajo.

Los movimientos democráticos en el desarrollo de la tecnología, bajo una perspectiva de resistencia, ha sido una propuesta teórica de Andrew Feenberg, misma que también es de interés en este trabajo. Feenberg plantea que para que sea posible el desarrollo de tecnologías que no atenten contra el medio ambiente y además resulten de beneficio para la sociedad en su conjunto, debe considerarse una alianza democrática de actores que, desde la resistencia al poder tecnológico que afecta sus intereses, actúe e

improvisé “resistencias micropolíticas”. Estas resistencias pueden incidir en el diseño y desarrollo futuro de la tecnología (Feenberg, 2005).

En suma, no es posible plantear la posibilidad de que se reconozcan los derechos colectivos de las comunidades indígenas, por su conocimiento tradicional y por la contribución histórica que han realizado en términos de conservación y mejoramiento a los recursos genéticos, desde el concepto de gobernanza, si por ella entendemos la cooperación entre el Estado, la iniciativa privada y las organizaciones no gubernamentales, sin considerar incluir a las comunidades indígenas, además si no se considera el conflicto de interés que existe entre el Estado y las organizaciones no gubernamentales, y entre el propio aparato gubernamental y las comunidades indígenas.

La determinación histórica y origen del concepto de gobernanza, en la década de los noventa, en la que el Banco Mundial consideró estratégica una refuncionalización del papel del Estado dentro de la economía, dada sus limitaciones para resolver los problemas de deuda, déficit, entre otros, plantea nuevas características del papel del Estado en el ámbito de la economía y, por consiguiente, una nueva forma de gobernar en la que se debilita la verticalidad en el propio gobierno, como ya se mencionó.

El concepto de gobernanza, asimismo, tiene una connotación normativa que lleva a considerar que la propia noción de gobernanza incluye una forma adecuada de gobernar. Esta cualidad normativa la difundieron instituciones como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI), para plantearla como condición inherente a los préstamos otorgados a los diferentes países en desarrollo (Serna, 2010). Ahora bien, si por gobernanza entendemos la creciente participación de organizaciones no gubernamentales, comunidades campesinas e indígenas que, desde la denuncia y la resistencia, han logrado incidir en la toma de decisiones, este concepto podría ser útil para comprender la importancia de movimientos sociales que cuestionan al poder, un ejemplo de esto es la “Demanda colectiva ante la siembra de maíz transgénico en México ante el juzgado federal 12 en materia civil” el 5 de julio de 2013 (Marielle y Ruiz, 2021).

Por otro lado, si analizamos las iniciativas que se desarrollan, a nivel global, en materia de acceso a los recursos genéticos, por parte de acuerdos y tratados internacionales, no representan una alternativa democrática para defender los derechos de las comunidades indígenas o una repartición de los beneficios resultado del acceso a los recursos genéticos, en donde se encuentre asociado el conocimiento tradicional. A nivel nacional, las iniciativas sobre acceso a los recursos genéticos, en términos de política a implementar, debe contemplar el conflicto de interés y exigir el reconocimiento del saber tradicional como parte de la ciencia ciudadana.

Desde la perspectiva de este trabajo y ante el avance inusitado de la biotecnología moderna, junto con el desarrollo de tecnologías digitales, se plantea que la posibilidad de que se reconozcan los derechos de las comunidades indígenas será a través de la ciencia ciudadana, considerando que dentro de ésta se encuentra el conocimiento de las comunidades indígenas. También, la perspectiva teórica de este trabajo es planteada desde la visión de los movimientos de resistencia que pueden incidir en el desarrollo de la tecnología.

El Convenio de Diversidad Biológica, los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Información Digital de Secuencias

El reconocimiento de la contribución histórica que ha realizado el conocimiento indígena en la conservación y mejoramiento de la diversidad biológica, ha sido considerado dentro del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), desde que entró en vigor en 1993 (Danielson *et al.*, 2018). El CDB plantea la “participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011). Con el objetivo de cumplir con esta disposición, en octubre de 2010 se adoptó el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio de Diversidad Biológica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011).

El Protocolo de Nagoya (PN) tiene como finalidad “la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, incluso por medio del acceso apropiado a los recursos genéticos y por medio de la transferencia apropiada de tecnologías pertinentes...” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6). El PN contempla que se adopten medidas legislativas y de política, y que se otorguen los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos que están en posesión de comunidades indígenas y locales, lo que incluye también el conocimiento de éstas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

El desarrollo de la biotecnología moderna, y con ella las tecnologías de secuenciación del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), ponen en duda que efectivamente se pueda realizar o implementar uno de los objetivos más importantes, tanto del CDB como del PN, que es esta distribución justa y equitativa, asociada a los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, como ya se había mencionado. Una de las causas fundamentales de ello, se debe a que el libre acceso a la información de secuencias genéticas ha aumentado, minando la obligación de acceder al material biológico físicamente,

donde podría ser más evidente la contribución que se ha venido planteando. Así mismo, el desarrollo tecnológico, como el aumento en la capacidad informática para almacenar y transferir datos; la posibilidad de secuenciar fragmentos de ADN a un menor precio y, en general, la tendencia a comercializar la información, han contribuido a este libre acceso (CIBIOGEM, 2019).

Ante el avance de la generación y utilización de información digital sobre secuencias (IDS) de recursos genéticos, el análisis de datos, su difusión en bases de datos, públicas y privadas, se inició, en el año 2016, una discusión sobre los posibles efectos de la IDS de recursos genéticos para lograr el reparto justo y equitativo, en la conferencia de las Naciones Unidas, en la revisión del CDB. A partir de esta conferencia, se impulsó el trabajo y discusión de las posibles consecuencias del desarrollo de la IDS para lograr uno de los objetivos principales del PN.

Esta problemática también ha sido analizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) y la Organización Mundial del Comercio (OMC) entendiendo el concepto de IDS de manera distinta (Smyth *et al.*, 2020).

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura también se ha involucrado en la discusión y problemática sobre el tema de la IDS de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, y ha realizado estudios sobre la utilización de la información resultante de la IDS para: la caracterización; selección y el mejoramiento genético; la conservación y la identificación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 2019).

Respecto a la IDS de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA), ha sido almacenada en medios digitales o electrónicos. La IDS de dominio público engloba aproximadamente 1700 bases de datos en línea, existentes principalmente en países desarrollados. Cabe señalar que el hecho de que estas bases de datos estén disponibles en un medio público, no necesariamente significa su accesibilidad (FAO, 2019).

Información Digital de Secuencias. Debate sobre el concepto y sus implicaciones sociales

Aunque no existe una definición oficial ni consensuada sobre el término “información digital de secuencias”, en general se entiende como la habilidad para secuenciar todo, o parte, de cientos o miles de muestras de plantas que tienen como origen diversas fuentes.

Además, esta tecnología digital permite almacenar, distribuir y analizar datos incorporados con bajos o cero costos marginales (Smyth *et al.*, 2020). De esta forma, la IDS es un tema controversial tanto en el CDB, como en el PN. La discusión se concentra en torno a los datos de las secuencias que son generados a través de muestras de secuencias biológicas, y que están frecuentemente disponibles en bases de datos accesibles al público.

La definición del término “información digital de secuencias” es objeto de un gran debate y motivo de reuniones internacionales, dentro de la Conferencia de las Partes (COP) del CDB. Parte de la discusión gira en torno a la información genética que está incluida o cubierta por el PN. Es decir, qué información digital de ADN, Ácido Ribonucleico (ARN), o secuencias de amino ácidos están incluidas dentro de los estatutos del PN. El problema se encuentra en que el PN no hace referencia a datos digitales (Smyth *et al.*, 2020).

El debate de incluir, o no, dentro del PN la IDS, podría generar varios problemas de relevancia múltiple:

- a) el uso de la información digital en reemplazo del material físico, del material biológico;
- b) la incapacidad para rastrear esta información digital en bases de datos, y establecer criterios en el compartimiento justo y equitativo del beneficio que derive del acceso a los recursos genéticos (Smyth *et al.*, 2020);
- c) problemas de vigilancia para buscar el origen de la información genética que fue la base de la subsecuente información genética;
- d) podría evitar “subir” la información genética de los recursos en una base de datos como en los bancos genéticos (Watanabe, 2019).

El CDB, en su 13va reunión de la Conferencia de las Partes, llevada a cabo en el año de 2016, en Cancún, México, convocó a esta misma a discutir la pertinencia de incluir la IDS dentro del PN. En esta reunión se conformó un grupo de expertos y personas de interés para discutir sobre la problemática. Posteriormente, en 2018, el mismo grupo de expertos se reunieron en Montreal para bordar otravez la temática. El debate se enfocó en los siguientes temas: a) la pérdida de control sobre el patrimonio natural; b) los beneficios a los países poseedores de las bases de datos y, para el caso de algunos países en desarrollo, dificultades para acceder a esas bases de datos (Watanabe, 2019).

En su 14va reunión de la COP, en Sharm El-Sheikh, Egipto, en noviembre de 2018, se planteó el objetivo de discutir el concepto mismo de IDS. La Comisión de Expertos, encargada de analizar el concepto y sus implicaciones, señaló que se han utilizado

diferentes nociones, entre ellas: datos sobre secuencias genéticas, información sobre secuencias genéticas, información de recursos genéticos desmaterializados, entre otras. Uno de los problemas que se presentan en la definición de IDS, es la magnitud del término, es decir, IDS incluye las secuencias de ADN y ARN, pero una consideración más amplia podría incluir las secuencias de aminoácidos de las proteínas, y un aspecto no menos controversial es que podría incluir el recurso genético, como los conocimientos tradicionales (FAO, 2021)

La Food and Agriculture Organization (FAO) señala que la IDS es una herramienta esencial en la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Considera también que las naciones necesitan de la información digital de secuencias y de su intercambio, el cual contribuye a atender cuestiones de salud, seguridad alimentaria y medio ambiente (FAO, 2021).

Si bien, la IDS es una tecnología que permite incidir en la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos, la inclusión de la IDS en el PN podría afectar esta misma conservación de la diversidad biológica, así como traer dificultades para determinar el valor económico y el monitoreo del acceso y uso de la IDS (Watanabe, 2019). Hasta el momento no se ha incluido la IDS dentro del PN.

Posterior al año 2020, el Grupo de Trabajo de Composición Abierta sobre el Marco Mundial de la Diversidad Biológica emitió un documento, en donde se plasmaron un conjunto de opiniones formuladas por los representantes de los países miembros del CDB, comunidades locales y observadores, y en el cual se recomienda que la Conferencia de las Partes, en su 15va. reunión adopte algunas de las siguientes propuestas:

Establecer un mecanismo multilateral de participación en los beneficios que funcione de la siguiente manera:

- 1) Todas las partes, que son países desarrollados, tomarán medidas legislativas, administrativas o de política... para garantizar que (al menos) un 1% del precio minorista de todos los ingresos comerciales, que resulten de la utilización de recursos genéticos, conocimientos tradicionales asociados a recursos genéticos o información digital sobre secuencias de recursos genéticos, se comparta a través del mecanismo multilateral de participación en los beneficios para apoyar la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica...;
- 2) Todos los beneficios monetarios compartidos, en el marco del mecanismo multilateral de participación en los beneficios, se depositarán en un fondo mundial de la diversidad biológica, gestionado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, en calidad de mecanismo financiero del Convenio, y este fondo mundial estará abierto a contribuciones voluntarias de todas las fuentes;

- 3) El fondo mundial de la diversidad biológica se utilizará, de manera abierta, competitiva y basada en proyectos para apoyar las actividades sobre el terreno, dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, de conformidad con el enfoque basado en los ecosistemas, llevadas a cabo por pueblos indígenas, comunidades locales y otros, en pos de las prioridades de gastos determinadas periódicamente por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas a través de evaluaciones científicas... (Grupo de Trabajo de Composición Abierta, 2021).

Estas propuestas, que podrían ser debatibles, han quedado en programas a realizar, sin embargo, no se han implementado. Sería conveniente que cada país implemente estrategias, de acuerdo a su situación, respecto a la riqueza en diversidad biológica y a la contribución que han realizado las comunidades indígenas al conocimiento tradicional.

Nuevas tecnologías, como la edición de genes y la biología sintética, están haciendo uso de la IDS. La edición de genes se empezó a desarrollar y difundir a principios del siglo XXI, y consiste en utilizar una técnica (CRISPR-CAS 9, CRISPR-CAS 12 o CRISPR-CAS 13) que posibilita la modificación en el genoma completo de una planta de una forma más rápida, precisa y eficiente que la modificación genética convencional. Sin embargo, la edición de genes necesita, previamente, haber secuenciado el propio genoma (Smyth *et al.*, 2020).

La biología sintética, en la opinión de los Comités Científicos de la Comisión Europea sobre Biología Sintética, es:

...la aplicación de la ciencia, la tecnología y la ingeniería, para facilitar y acelerar el diseño y la manufactura y/o la modificación de materiales genéticos en organismos vivos. La biología sintética tiene como base el desarrollo de la ingeniería genética, la biología molecular y la microbiología, incluye también avances de la química, la ingeniería y la ciencia de materiales. Utiliza las tecnologías de la ingeniería genética, pero es más rápida (UNCTAD, 2019).

Con el avance de la biología sintética se pueden obtener un sinnúmero de beneficios, entre ellos, beneficios en la agricultura, como mayor resistencia a insectos, en la salud, algunos medicamentos y vacunas (Smyth *et al.*, 2020).

La biología sintética, así como la edición de genes, están utilizando la secuenciación de genomas de cultivos y plantas de gran importancia agrícola (Smyth *et al.*, 2020). No obstante, ésta podría tener efectos adversos para el acceso y el compartimiento justo y equitativo de beneficios debido a su desarrollo, ya que incluye la publicación de secuencias genéticas en bases de datos públicas y privadas, con problemas de trazabilidad,

es decir, con la dificultad para rastrear el origen de la información genética, base del desarrollo de la secuencia genética (UNCTAD, 2019: 20).

En suma, el desarrollo de nuevas tecnologías, como la IDS, implica grandes desafíos, pues si bien, representa ventajas como el rápido acceso a la información sobre recursos genéticos, almacenamiento de datos y secuenciación de información genética a un menor precio, lo que contribuye a programas de conservación de diversidad biológica, no obstante, justo por su fácil accesibilidad, no requiere del material físico para obtener dicha información genética, lo que no permite que se dé a conocer la contribución del conocimiento tradicional sobre esta información, debido a que la IDS no exige características de trazabilidad, no exige información sobre su origen.

El tema del Acceso a los Recursos Genéticos y Compartimiento de Beneficios en el Protocolo de Nagoya. El caso de México

México es parte del CDB desde 1993. También ha ratificado el PN, desde 2011, por lo que está comprometido a implementar este protocolo, y por tanto implementar el artículo 3, referido al acceso a los recursos genéticos y el compartimiento justo y equitativo de los beneficios que deriven del propio acceso. El PN señala que este acuerdo establece criterios que dan base sólida, tanto a proveedores como usuarios de los recursos genéticos (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011).

Señala también, en su artículo 6, que:

1. En el ejercicio sobre los derechos soberanos sobre los recursos naturales, y sujeto a la legislación o los requisitos reglamentarios nacionales sobre acceso y participación en los beneficios, el acceso a los recursos genéticos estará sujeto al consentimiento informado previo de la parte que aporta dichos recursos que es el país de origen de dichos recursos o una Parte que haya adquirido los recursos genéticos conforme al Convenio... (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

Esto implica que en términos del compartimiento de beneficios se encuentran incluidas las comunidades indígenas, también señala que:

2. Conforme a las leyes nacionales, cada Parte aportará, según proceda, con miras a asegurar que se obtenga el consentimiento fundamentado previo o la aprobación y participación de las comunidades indígenas y locales para el acceso a los recursos genéticos cuando éstas tengan el derecho establecido a otorgar acceso a dichos recursos (Secretaría sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

En la segunda parte de este artículo 6, como se puede observar, quedan incluidas las comunidades indígenas y que, para ello, debe existir un consentimiento fundamentado previo, lo que, evidentemente, implica una consulta anticipada de éstas, cuando sea el caso.

La relevancia de implementar el artículo 3 del PN no deriva solamente en compromiso que ha adquirido el gobierno de México al ratificarlo, sino que, en muchos de los casos, el conocimiento tradicional plasmado en los recursos genéticos queda sin el reconocimiento de la aportación desde el origen del recurso genético. El conocimiento tradicional indígena es el que ha contribuido a la enorme riqueza en diversidad biológica, que hoy sitúa a México en el quinto lugar como país megadiverso. Brasil ocupa el primer lugar, Colombia el segundo, China el tercero e Indonesia el cuarto (CONABIO, 2006). (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Posición de México con respecto otros países megadiversos

	País	Plantas Vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México		5	3	11	2	5
	Brasil	56,215	648	1,712	630	779
	Colombia	48,000	456	1,815	520	634
	China	32,200	502	1221	387	334
	Indonesia	29,375	670	1,604	511	300
	México	21,989-22,424	564	1123-1150	864	376

Fuente: Lorente-Bousquets y Ocegueda, 2008: 282-322.

Los países megadiversos hoy concentran 70 % de la diversidad biológica a nivel mundial. Esta diversidad incluye mamíferos, reptiles, plantas vasculares y aves. De manera específica, México ocupa el quinto lugar en variedad de plantas, tercero en mamíferos y el segundo lugar en reptiles (CONABIO, 2006).

La consideración de país megadiverso no sólo tiene que ver con la riqueza de múltiples especies, sino con el endemismo con el que cuenta. Asimismo, debe contar con al menos 5,000 variedades endémicas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2018). Endémico se refiere a que sólo habitan en nuestro país (puede referir a todo el conjunto o a determinadas zonas). En México, entre 50 y 60% de las especies de plantas conocidas son endémicas: 48% del total de anfibios; 45% de los reptiles; 42% de las especies de agua dulce; 31% de los mamíferos y 11% de aves (CONABIO, 2009).

Múltiples organismos internacionales han reconocido el vínculo estrecho que existe entre la riqueza en diversidad biológica y la existencia de las comunidades indígenas habitando en estas áreas megadiversas. Uno de estos organismos es la FAO, que ha reconocido que son las comunidades indígenas quienes conservan, restauran y mejoran los recursos naturales. Estas comunidades también preservan la diversidad biológica, fundamental para la seguridad alimentaria, así como para el desarrollo de la biotecnología moderna. La conservación y resguardo que los pueblos indígenas realizan está directamente relacionado a su cosmovisión, su cultura, su convicción de sentirse parte de la naturaleza y, por lo tanto, su conciencia de cuidarla y resguardarla (FAO, 2017).

Las comunidades y pueblos indígenas de México se caracterizan también por ser un grupo social multicultural. De acuerdo con la Comisión Nacional de Derechos Humanos y el Programa Especial de los Pueblos Indígenas 2014-2018, existen 15.7 millones de indígenas y 68 lenguas (CNDH, 2020). Esta riqueza cultural y étnica está directamente relacionada con la riqueza en diversidad biológica y endémica de nuestro país. De ahí, la necesidad de plantear esta mencionada repartición justa y equitativa, resultado del acceso a los recursos genéticos, no es más que el acceso a la diversidad biológica, de la cual las comunidades y pueblos indígenas son, en gran parte, responsables.

Cabe señalar que, y de acuerdo a información de la SEMARNAT, México ha otorgado ocho permisos de acceso a los recursos genéticos, entre los que se encuentra el acceso a una variedad de maíz, llamado maíz Olotón, de una comunidad de Oaxaca, variedad cuya característica sobresaliente consiste en la capacidad de fijar nitrógeno, este acceso se otorgó en 2016 (Argueta, 2021). El caso de este cultivo ha sido catalogado de biopiratería, ya que esta característica (fijación de nitrógeno) fue presentada por investigadores de la Universidad de Wisconsin y Mars Inc., quienes publicaron resultados acerca de esto sin reconocer el origen del recurso genético.

Otro acuerdo caso fue el chayote. El contrato se dio entre el Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México (GISEM) y la Universidad de Tsukuba (UT). En este contrato se concede el acceso a cinco variedades de chayote a la UT, que solicitaba el acceso a fin de realizar investigación en comportamiento agronómico, premejoramiento y criopreservación, y se acordó que los materiales obtenidos se utilizarían comercialmente. El acceso se concedió con fines de investigación y se planteó la posibilidad de reparto de beneficios a los productores de chayote que otorgaron el recurso. Esta negociación fue supervisada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Punto Focal Nacional del Protocolo de Nagoya y por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (INIFAP, 2016).

Protocolos Comunitarios Bioculturales

A diez años de haber ratificado el PN y con la finalidad de implementarlo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) inició, en 2018, el proyecto de trabajar con cinco comunidades indígenas para implementar el PN (SEMARNAT, 2018). El objetivo fue proporcionar apoyo en el desarrollo de Protocolos Comunitarios Bioculturales (PCB), en los cuales, las comunidades indígenas y locales establecerían sus propios criterios de conservación y uso sustentable de sus recursos genéticos, considerando el conocimiento tradicional asociado a ellos. Esta iniciativa también contempló que las comunidades indígenas diseñen sus criterios de distribución de beneficios potenciales, derivados de la utilización de estos recursos (SEMARNAT, 2018).

Las comunidades que han desarrollado su PCB son: San José de los Laureles, en Morelos, perteneciente al pueblo náhuatl; Ek Balam, en Yucatán, perteneciente al pueblo maya; Calpulálpam de Méndez, en Oaxaca, perteneciente al pueblo zapoteca; Punta Chueca y Desemboque, en Sonora, perteneciente al pueblo Seri, e Isla Yunen, en Michoacán, perteneciente al pueblo purépecha (SEMARNAT, 2018).

Otro pueblo indígena que ha logrado desarrollar sus criterios de acceso a los recursos genéticos, desde la propuesta de reparto justo y equitativo, es el Pueblo Indígena Popoloca de Santa Ana Telectoc, en Tehuacán, Puebla. Este protocolo se ha realizado dentro del planteamiento del proyecto “Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para la Implementación del Protocolo de Nagoya sobre acceso a los Recursos Genéticos y Participación justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización, del Convenio sobre Diversidad Biológica”, impulsado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y SEMARNAT, con la intervención de la Red Indígena de Turismo de México (A.C.) (RITA) (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

La iniciativa de realizar este protocolo biocultural comenzó el 7 de julio de 2019. Desde la perspectiva del Pueblo Popoloca, el objetivo de este protocolo es proteger los recursos naturales, su territorio, la cultura, sus conocimientos tradicionales y su identidad. La actividad económica principal es la agricultura de autoconsumo y los cultivos más relevantes son: maguey, palma de espina, palma blanca. También cuentan con un sistema de producción agrícola protegido de siembra de jitomate (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

Dentro de las condiciones establecidas por el Pueblo Indígena Popoloca en el Protocolo Biocultural se señala que se deben respetar las prácticas, costumbres, valores y tradiciones del pueblo. Respecto a la utilización de los recursos genéticos, naturales y conocimientos tradicionales, considerando también las innovaciones de la comunidad,

se aclara que esto se realizará de acuerdo a las condiciones y términos del consentimiento fundamentado previo. El reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de la comercialización o de otros usos de los recursos genéticos del Pueblo Popoloca, también se llevará a cabo de acuerdo a los criterios de las condiciones convenidas por ambas partes (Pueblo Popoloca, 2020: 52).

Asimismo, dentro de los criterios para lograr esa distribución están contemplados el reparto monetario, en especie o alguna otra forma de compensación, que establezca la propia comunidad. Se incluyen también beneficios sociales de acuerdo a las características culturales del Pueblo Popoloca. Consideraciones de riesgos ambientales y el promover la participación de la comunidad indígena, también están incluidas (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

Iniciativas de participación y discusión sobre el Acceso a los Recursos Genéticos para el reparto justo y equitativo derivado del acceso

El Sector Primario y Recursos Renovables, de la SEMARNAT (específicamente, la directora de este organismo, la Dra. Adelita San Vicente), junto con académicos del Instituto de Investigaciones Jurídicas, de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Maestría en Derecho, de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco y de la Universidad Veracruzana, realizaron un Coloquio Internacional titulado “Acceso a recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya”, cuyo objetivo fue impulsar la discusión, amplia y participativa, en torno al tema del acceso a los recursos genéticos y el compartimiento justo y equitativo, proceso que no se dio cuando se firmó el PN, en 2011 (Instituto de investigaciones Jurídicas, 2021). Cabe señalar que la SEMARNAT cumple hoy el papel de implementar el PN, asimismo, junto con el Fondo Mundial del Medio Ambiente, impulsó el Proyecto de las Capacidades Nacionales para la Implementación del Protocolo de Nagoya, a partir de 2016 y hasta 2020, sin embargo, se ha extendido a 2021.

El actual gobierno ha establecido ocho criterios, a partir del 2020 para la implementación del PN (Argueta, 2021):

- 1) El ejercicio de los derechos soberanos de los recursos genéticos es exclusivo del Estado, sin menoscabar los derechos de los pueblos y comunidades indígenas;
- 2) Las autoridades tienen la obligación de proteger los derechos humanos y de las comunidades y pueblos indígenas y afroamericanas en la implementación del Protocolo de Nagoya;

- 3) Los derechos humanos y bioculturales de los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas deberán protegerse de manera especial, en la implementación del PN del acceso a los recursos genéticos y distribución justa y equitativa;
- 4) El acceso a los recursos genéticos incluye el acceso a los recursos con fines de investigación y comerciales;
- 5) Tratándose de comunidades indígenas y afroamericanas, se deberá obtener su consentimiento, garantizando medidas de protección de su conocimiento y de la información digital de secuencias de sus recursos genéticos y las que deriven de éstas, así como su participación justa y equitativa de los recursos. Se considera que las secuencias digitales tienen el mismo valor que el recurso genético físico;
- 6) Los pueblos, comunidades indígenas y afroamericanas tienen derecho al consentimiento fundamentado previo;
- 7) Los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas tienen derecho a los beneficios derivados del acceso a los recursos genéticos, donde haya conocimiento asociado;
- 8) Los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas tienen derechos a las condiciones mutuamente acordadas para el acceso a los recursos genéticos (Argueta, 2021).

Después de cinco sesiones, se realizaron una serie de talleres y al final se llegó a algunas de las siguientes reflexiones:

- a) Se necesita una reforma constitucional en donde se reconozcan a los pueblos indígenas como sujetos de derecho. Se planteó también que se debe difundir qué es el Convenio de Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya y los derechos de los pueblos indígenas;
- b) Se planteó también el derecho a la libre determinación de los pueblos indígenas;
- c) Se comentó que se debe establecer el enfoque de derechos colectivos y la consulta previamente informada;
- d) Facilitar al público el acceso a la ciencia;
- e) Se debe fortalecer la legislación y revisar cómo el PN puede beneficiar a las comunidades indígenas;
- f) Se deben establecer puntos de monitoreo para investigar la trazabilidad de los recursos genéticos;
- g) Analizar qué capacidad tienen las comunidades indígenas para establecer los acuerdos de acceso a los recursos genéticos;
- h) Se debe establecer una estructura nacional que acompañen a las comunidades indígenas para que pueden tener claros los beneficios que pueden tener, por su conocimiento asociado a los recursos genéticos;
- i) Es necesario divulgar el origen de la patente (Coloquio Internacional sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Conocimiento Tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya, 2021).

Propiedad intelectual y acceso a los recursos genéticos

México cuenta con un sistema de propiedad intelectual en el que se pueden proteger un sinnúmero de organismos vivos incluyendo organismos vegetales, microorganismos, entre otros.

Hasta hace unos años, las secuencias genéticas sólo eran patentables en países como Estados Unidos, sin embargo, como las secuencias genéticas son consideradas como una innovación, ya pueden ser objeto de obtener una patente también en nuestro país.

Dentro de los criterios establecidos por el gobierno mexicano, se ha propuesto que las secuencias genéticas de los recursos genéticos de los pueblos y las comunidades indígenas sean protegidas, así como que el valor de las secuencias digitales sea el mismo que el del recurso genético físico, sin embargo, todavía se encuentra en debate si se debe incluir, o no, la información digital de secuencias dentro del PN.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la información digital de secuencias genéticas, tecnología utilizada como de punta en la edición de genes y la biología sintética (tecnologías que no son más que desarrollos avanzados de la biotecnología moderna), vienen a complejizar aún más la problemática del acceso a los recursos genéticos y el reparto justo y equitativo del conocimiento tradicional asociado.

Es decir, desde que entró en vigor el Protocolo de Nagoya, en 2014, la problemática de cómo compensar a las comunidades indígenas por su conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos utilizados por empresas, institutos e investigadores a los que se autoriza el acceso al recurso genético, mediante un contrato de acceso, se complejizó debido a la situación en la que viven los pueblos y comunidades indígenas.

El reparto justo y equitativo –por la enorme contribución que los pueblos y comunidades indígenas han llevado a cabo, por miles de años, con relación a la diversidad biológica, la conservación y el mejoramiento de los recursos– ha tenido problemas debido a que no se realizó una consulta previa a las comunidades indígenas para conocer sus criterios y necesidades de compensación.

Los Protocolos Comunitarios Bioculturales parecieran abonar para que sean los propios pueblos y comunidades indígenas quienes planteen sus propios criterios para el reparto justo y equitativo. Sin embargo, aún existen demandas para que se les reco-

nozca como sujetos de derecho, adicional a sus derechos sobre su territorio y a la libre autodeterminación.

La inclusión del acceso a los recursos genéticos y el reconocimiento a las comunidades indígenas por su contribución, por parte de diferentes organismos internacionales como el Convenio de Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, no representa un proceso de gobernanza, más bien, expresa un interés insistente porque se permita el acceso a los recursos genéticos de los países megadiversos.

El conocimiento tradicional es parte de la ciencia ciudadana, la que posibilita la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades indígenas en la conservación y mejoramiento de los recursos genéticos, dado que el origen del concepto está vinculado a los movimientos sociales, los que demandan ser reconocidos en su participación al conocimiento científico.

En el caso de la IDS, incluirla o no en el PN, es un gran desafío para México, debido a que su inclusión podría obstruir el reconocimiento de la contribución del saber tradicional en los recursos genéticos y la diversidad biológica. No obstante, si se lograra la inclusión, sería conveniente que en las bases de datos, donde se encuentra la información de la IDS, se exigiera especificar el origen del recurso, es decir, condiciones de trazabilidad.

En México, las comunidades y pueblos indígenas siguen luchando como movimientos de resistencia, exigiendo que se reconozcan sus derechos, los que van más allá de su conocimiento tradicional sobre los recursos genéticos, ya que exigen también el derecho sobre su territorio, lo que valdría la pena tomar en cuenta.

BIBLIOGRAFÍA

- Arato, Andrew (2001). "Surgimiento, ocaso y reconstrucción del concepto de sociedad civil y lineamientos para la investigación futura". En: Olvera, Alberto J. (Ed.). *La Sociedad Civil*. México: El Colegio de México. Disponible en: www.jstor.org/stable/j.ctv6mtcjq.8
- Argueta, Arturo (2021). Coloquio Internacional "Acceso a recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya", 24 de agosto al 28 de septiembre de 2021. Disponible en: www.facebook.com/Semarnat/videos/375555774094051
- CIBIOGEM (2019). Contexto general de la "información digital sobre secuencias y la biodiversidad. Disponible en: <https://www.cbd.int/abs/DSI-views/2019/Mexico-DSI.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2018). "México megadiverso". Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/mexico-megadiverso-173682>
- Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) (2020). Pueblos y Comunidades Indígenas. Disponible en www.informe.chdh.org.mx/menu.aspx
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2009), Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/4oInforme_CONABIO.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2006). Capital Natural y Bienestar Social. Disponible en: www.conabio.gob.mx
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Coronado, I., Enghoff, M., Holt, S., Jensen, P.M., Poulsen, M.K., Rueda, R.M. (2018). "The value of indigenous and local knowledge as citizen science". En: Hecker, S. *et al.* (eds.), *Citizen Science. Innovation in Open Science, Society and Policy*, University College London: UCL, Press.
- FAO (2021). Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. "Información Digital sobre Secuencias de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura: Oportunidades de Innovación, Desafíos y Repercusiones", 13-15 de abril de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/cgrfa/topics/digital-sequence-information/es/>.
- FAO (2019). Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Información Digital sobre Secuencias "De Recursos Genéticos para la Alimentación y para la Agricultura y su Importancia para la Seguridad Alimentaria". Disponible en: <http://www.fao.org/3/my588es/my588es.pdf>

- FAO (2017). "6 formas en que los pueblos indígenas ayudan al mundo a lograr el #HambreCero". Disponible en: www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1028079/
- Feenberg, A. (2005). "Teoría crítica de la tecnología", en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 2(5): 109-123. Buenos Aires, Argentina: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Grupo de Trabajo de Composición Abierta sobre el Marco Mundial de la Diversidad Biológica (2021). Información Digital de Secuencias sobre Recursos Genéticos. Tercera Reunión, (en línea) del 23 de agosto al 3 de septiembre.
- Instituto de Investigaciones Jurídicas (2021). Coloquio sobre Acceso a los Recursos y Conocimiento Tradicional, Asociado en el Marco del Protocolo de Nagoya, agosto-septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.juridicas.unam.mx/actividades-academicas/2705-coloquio-internacional-acceso-a-recursos-geneticos-y-conocimiento-tradicional-asociado-en-el-marco-del-protocolo-de-nagoya>
- Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Johannes, V., Bonn, A. (2018). "Innovation in open science, society and policy –setting the agenda for citizen science". En: Hecker, S. *et al.* (eds.), *Citizen Science. Innovation in Open Science, Society and Policy*, University College London: UCL, Press.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2016). Consolidan JICA e INIFAP proyecto de recursos genéticos en chayote. Disponible en: www.gob.mx/inifap/prensa/consolidan-jica-e-inifap-proyecto-de-recursos-geneticos-en-chayote
- Kimura A.H. y Kinchy, A. (2016). "Citizen Science: Probing the Virtues and Contexts of Participatory Research", en *Engaging Science, Technology and Society*, 2: 331-361.
- Lorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). "Estado del conocimiento de la biota, en capital natural de México". Vol 1: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Conabio.
- Marielle, C. y Ruiz, A. (2021). "La demanda colectiva", en *La Jornada del Campo*, No. 163, 17 de abril de 2021.
- Mayntz R. (2006). "Governance en el Estado Moderno", en *Revista POSTDATA, Revista de Reflexión y Análisis Político*, (11): 103-117. Buenos Aires, Argentina.
- Naciones Unidas (1992). "Convenio de la Diversidad Biológica". Disponible en: www.cdb.int.
- Offe, C. (2009). "Governance. An Empty Signifier", en *Constellations*, 16: 4, Blackwell Publishing.
- Peters G. (2014). "Is governance for everybody?", en *Policy and Society*, 33: 301-306. Elsevier. www.elsevier.com/locate/pulsoc. Disponible en: www.sciencedirect.com

- Pueblo Indígena Popoloca (2020). Protocolo Comunitario Biocultural del Pueblo Indígena Popoloca Santa Ana Teloxtoc. PNUD, SEMARNAT, GEF, RITA, Tehuacán Puebla. Disponible en: <https://absch.cbd.int/database/PPP/ABSCH-PPP-SCBD-253669>
- Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (2011). Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización. Texto y Anexo. Montreal: Naciones Unidas.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2018). “Trabaja SEMARNAT con comunidades indígenas para la implementación del Protocolo de Nagoya”. Disponible en: www.gob.mx/semarnat/prensa/trabaja-semarnat-con-comunidades-indigenas-para-la-implentacion-del-protocolo-de-nagoya
- Serna (2010). “El concepto de gobernanza en Globalización y gobernanza: Las transformaciones del estado y sus implicaciones para el derecho público (pp.21-519. Disponible en: <https://archivos.jurídicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2818/5.pdf>
- Smyth, S.J., Macall, D.M., Phillips, P.W.B., De Beer, J. (2020). “Implications of biological information digitization: Access and benefit sharing of plant genetic resources”, en *The Journal of World of Intellectual Property*, 2020(23): 267-287.
- UNCTAD (2019). United Nations Conference on Trade and Development, “Synthetic Biology and its potential implications for biotrade and Access and benefit-sharing”, UNCTAD/DITC/TED/INF/2019/12. Disponible en: www.unctad.org/system/files/oficial-document/ditctedinf2019d12_en.pdf
- Watanabe, M.E. (2019). “The Nagoya Protocol: The Conundrum of Defining Digital Sequence Information”, en *BioScience*, junio 2019, 69(6). Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience>

Formatos de participación y aprendizaje comunitario en la gestión de un ecosistema coralino

Jaime Matus Parada¹

Resumen. Con el objetivo de explorar los aprendizajes comunitarios relacionados con la gestión local de un ecosistema coralino, ubicado en Cabo Pulmo, Baja California Sur, México, en este trabajo se investigan 20 actividades de gestión para estudiar la forma en que una comunidad costera aprende de ellos. Se entrevistaron a los habitantes más activos en la gestión ecosistémica del lugar para indagar el aprendizaje construido cuando participan en tres formatos diferentes: intercambios informales, reuniones comunitarias e interacciones extracomunitarias. Los resultados encontrados indican que en cada formato de participación se construyen aprendizajes diferentes, pero que se complementan mutuamente. La comunidad no está accediendo a ciertos contenidos informativos nacionales e internacionales y presenta problemas para hacer operativos algunos aprendizajes comunitarios construidos. Estas limitaciones en conjunto producen huecos de gestión debido a que el aprendizaje actual alimenta a la gestión local presente del ecosistema coralino, pero lo deja vulnerable hacia el futuro por no atender amenazas globales.

Palabras clave: Aprendizaje social, Participación, Gestión comunitaria, Ecosistemas coralinos.

Abstract. This work focused on studying community learnings related to the local management of a coral reef ecosystem located in Cabo Pulmo, Baja California Sur, Mexico. The project analyzed 20 different administration traits and how they allow knowledge building among the community. For this, we interviewed community members actively involved in managing this ecosystem to analyze how their learning skills are constructed under three different situations: informal interchange, community meetings, and out-of-the-community meetings. The results showed that different par-

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento El Hombre y su Ambiente, e-mail: montagno_49@hotmail.com.

ticipation formats led to different learning skills, which complement each other. The community is not accessing certain national and international informative content and presents difficulties to apply the community knowledge acquired. These limitations led to management gaps because current learning structure directly influence the local administration of the coral reef ecosystem at the present, but it represent a vulnerability to the future because it does not address global threats.

Key words: Social learning, Participation, Community management, Coral ecosystems.

INTRODUCCIÓN

Las preguntas que pusieron en marcha esta investigación fueron: ¿qué aprendizajes comunitarios se construyen en tres formatos de participación? y ¿en qué forma estos aprendizajes construidos alimentan tanto a la gestión local presente, como a la orientada a incrementar la capacidad adaptativa ecológica de un ecosistema coralino? La razón de un cuestionamiento como éste, se encuentra en el alto riesgo futuro que amenaza la conservación de los arrecifes de todo el mundo, dado que, además de experimentar actualmente efectos combinados de múltiples impulsores antropogénicos y naturales a escalas locales y globales (Leenhardt *et al.*, 2017), se pronostica que en los próximos años enfrentarán mayores desafíos asociados al cambio climático, lo que los transformará en nuevas configuraciones no observadas anteriormente (Hughes *et al.*, 2017). Asimismo, se debe tener en cuenta el hecho de que, por sus rasgos ecológicos, estos ecosistemas se encuentran entre los más vulnerables del mundo (Uribe *et al.*, 2021), y que además del cambio climático, también se espera que el crecimiento poblacional genere mayores alteraciones antropogénicas en ellos (Gil-Agudelo *et al.*, 2020).

Muchos de estos ecosistemas se encuentran al cuidado de comunidades humanas ribereñas que ponen en marcha estrategias de gestión local que no suelen considerar amenazas futuras, como la contaminación por crecimiento demográfico, el estrés térmico o la acidificación de los océanos (Smith *et al.*, 2019), también se ha documentado que estos ecosistemas cada vez están siendo más dinámicos e irregulares (Hughes *et al.*, 2017) debido a que constantemente son transformados por un número creciente de factores naturales y antrópicos. Esta complejidad creciente de los ecosistemas coralinos suele rebasar las acciones de gestiones locales, de tal manera que ahora las comunidades humanas, responsables de ellos se encuentran ante la necesidad de aprender nuevas formas de gestión que puedan reducir las limitaciones que actualmente presentan (Ban *et al.*, 2014).

Los formatos de participación y el aprendizaje comunitario

Particularmente se ha reconocido que el aprendizaje de alternativas de gestión puede incidir en la mejora de la capacidad adaptativa de los ecosistemas (Cinner y Barnes, 2019), la cual constituye una de las principales limitantes de las gestiones actuales de las comunidades humanas ribereñas. No obstante, incidir en el aprendizaje comunitario de gestión de ecosistemas no resulta fácil, pues existen factores y procesos heterogéneos que inciden en él. Uno de esos factores es el denominado “formato de participación”, el cual hace referencia tanto al método, como a la estructura organizativa que lo caracteriza (Ernst, 2019). Se sabe que los formatos de participación brindan diferentes oportunidades de aprendizaje (Beierle y Cayford, 2002) y que se pueden diferenciar por la estructura de diálogo que en ellos se establezca, así como por el contenido informativo de lo que se aprende en ellos (Fiorino, 1990).

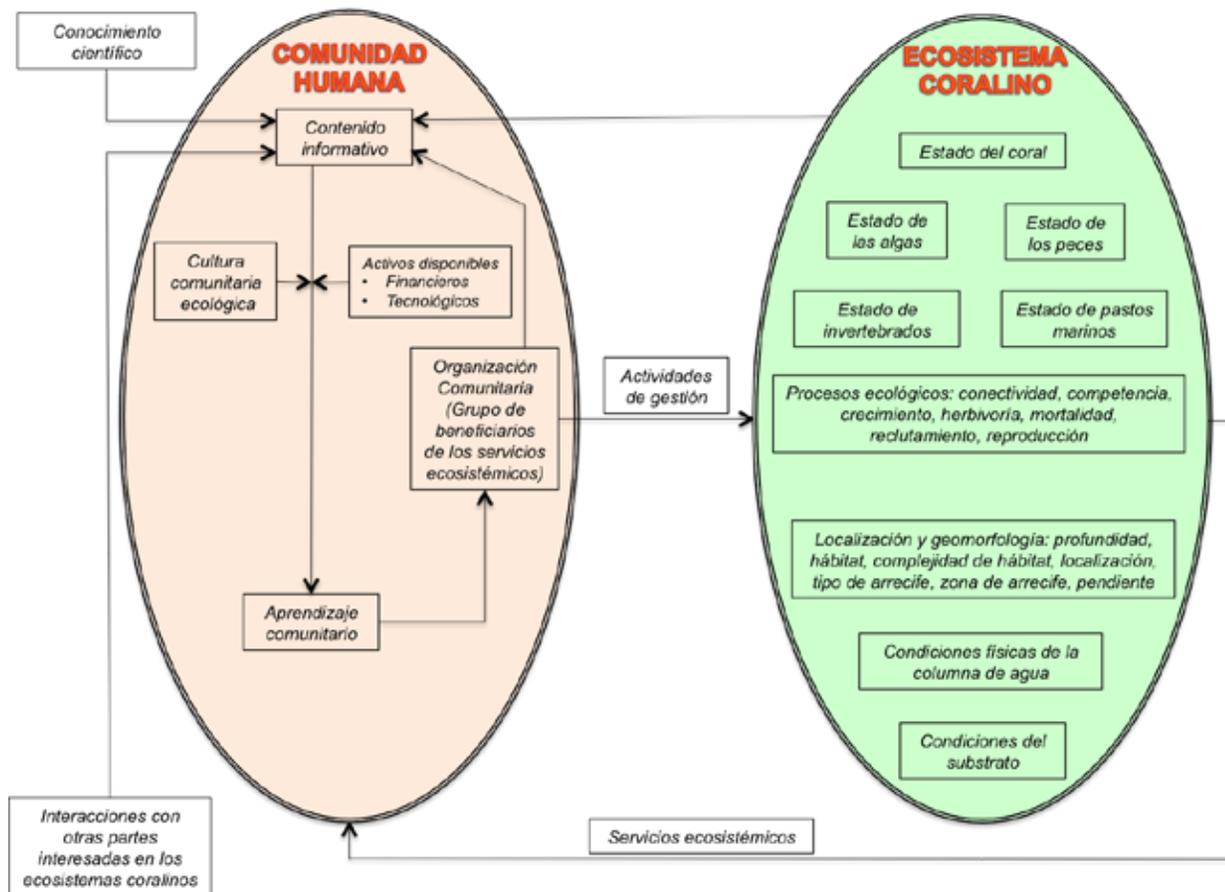
La estructura de diálogo de los formatos de participación comprende al tipo de interacciones comunicativas caracterizadas por la secuencia alternativa de participaciones, así como la frecuencia, duración y matices de las declaraciones que hace cada participante (Coenen *et al.*, 1998). Las evidencias, en este sentido, sugieren que los formatos de participación más dialógicos y que no son mediatizados representan las mejores formas para llegar a la construcción de aprendizajes (Berman, 2017). También se ha encontrado, que los procesos dialógicos cara a cara tienden a promover el aprendizaje en mayor medida, que los procesos de participación menos intensivos (Muro y Jeffrey, 2012).

El contenido informativo que está presente en ellos puede, o no, convertirse en un aprendizaje comunitario, para que esto suceda dicho contenido tiene que vincularse tanto a la cultura, como los activos de infraestructura institucional y tecnológicos que posea la comunidad. Esta afirmación se sustenta en una interpretación del aprendizaje que lo concibe como un cambio permanente de capacidad,² debida, entre otros factores, a la maduración biológica o al envejecimiento (Illeris, 2009). Desde esta perspectiva, los contenidos que no llegan a generar cambios permanentes de capacidad en los comuneros sólo constituirán información que transita por la comunidad sin grandes repercusiones. Por ello, sólo cuando la información deviene en aprendizaje incide en la forma

² Illeris (2007) se refiere tanto a la capacidad de procesamiento y almacenamiento de información para realizar cualquier tarea cognitiva, así como a la capacidad operativa que implica el uso de los conocimientos construidos para el desarrollo de una tarea concreta. En el contexto de estudio, la capacidad en estudio es de tipo operativo y está relacionada con la tarea de desarrollar la gestión de un ecosistema coralino.

en que se entiende y se actúa sobre el ecosistema (Morrison *et al.*, 2020). Las fuentes que nutren a los contenidos pueden ser internas o externas; las primeras provienen de los miembros de la comunidad que, al interactuar, ya sea directamente con el ecosistema, o bien, entre ellos mismos, obtienen información del sistema natural o se transmiten información. Las fuentes externas pueden surgir de centros o instituciones que difunden o generan conocimientos científicos, o bien, pueden provenir de otras comunidades humanas o grupos organizados involucrados en la conservación de los ecosistemas coralinos (figura 1).

Figura 1. Factores y procesos involucrados en la accesibilidad de contenido, aprendizaje comunitario y actividades de gestión



Aprendizaje comunitario y gestión del ecosistema coralino

No todo el aprendizaje que logra construir la comunidad puede incidir en la gestión³ de un ecosistema, para que esto suceda las organizaciones comunitarias deben intervenir para apropiarse y hacerlo operativo, de tal forma que llegue a conformar un tipo de práctica de gestión (figura 1). Uno de los retos actuales para la gestión ecosistémica es lograr que los aprendizajes comunitarios con mayor potencialidad para mejorar la capacidad adaptativa de los ecosistemas coralinos, puedan adquirir funcionalidad en las comunidades e incidir para establecer prácticas que se orienten en ese sentido. Hasta ahora las comunidades humanas ribereñas han logrado establecer prácticas de gestión para cuidar a los ecosistemas en el momento presente, pero tienden a tener mayores dificultades para lograr establecer este tipo de prácticas orientadas a protegerlos para los eventos futuros (McLeod *et al.*, 2021).

Los aprendizajes comunitarios con potencialidad para incidir en la capacidad adaptativa de los ecosistemas coralinos se vuelven imperativos para lograr que éstos puedan adaptarse continuamente, tanto a las condiciones actuales como a las pronosticadas para los próximos años (Hughes *et al.*, 2017), sobre todo para el incremento de actividades humanas que se espera se produzcan en esta era definida así por algunos autores como el Antropoceno (Woodhead *et al.*, 2019). En estas condiciones de amenazas presentes y futuras, la gestión debe de considerar de manera crítica las trayectorias factibles que permitan mantener la funcionalidad y resiliencia de los ecosistemas (Morrison *et al.*, 2020). En este sentido, se han señalado diversas rutas de gestión para los ecosistemas coralinos, dentro de las cuales se diferencian en este trabajo tres de ellas: 1) disminuir la vulnerabilidad de los organismos coralinos, 2) mantener la diversidad funcional necesaria para sostener los procesos ecológicos clave y 3) reducir el riesgo de amenazas futuras.

La gestión comunitaria, orientada a disminuir la vulnerabilidad de los organismos coralinos, se centra en las especies de coral con rasgos hereditarios resilientes y que por lo mismo poseen un alto potencial de aclimatación y de capacidad adaptativa. La idea

³ La gestión a la que se refiere aquí, y a lo largo de todo el trabajo, es la realizada localmente por las comunidades que son responsables del cuidado de los ecosistemas coralinos y que en todo el mundo tienen a su resguardo un área de 38 millones de kilómetros cuadrados (Garnett *et al.*, 2018).

central de esta orientación es propagar a estas especies a través de mecanismos naturales o artificiales. De forma natural las actividades de gestión buscan mantener rutas de conectividad entre ecosistemas coralinos para que dichas especies sigan propagándose y suministrando reclutas esenciales (Mora *et al.*, 2016). La alternativa artificial sigue distintas direcciones, como las actividades de jardinería coralina de especies resilientes, o bien, intervenciones emergentes, como el flujo de genes asistido, la evolución asistida o la biología sintética (Anthony *et al.*, 2017).

La segunda ruta de gestión se enfoca en hacer resiliente al ecosistema en su conjunto, a través de mantener la diversidad funcional necesaria para sostener los procesos ecológicos clave (Bellwood *et al.*, 2019). Esta perspectiva tiene como principal objetivo ecológico asegurar el futuro funcional de los arrecifes de coral, mediante el estudio de aquellos procesos involucrados en mejorar la capacidad de adaptación del ecosistema (Brandl *et al.*, 2019), con ese fin se interviene en los ecosistemas coralinos para articular o reforzar entre sí a distintas retroalimentaciones positivas entre los grupos de organismos más relevantes del ecosistema: coral, algas y herbívoros, principalmente (Van de Leemput *et al.*, 2016). Por lo general, esas intervenciones en los circuitos de retroalimentación se hacen para estabilizar estados alternativos del ecosistema coralino (Mora *et al.*, 2016), así como para mejorar su capacidad de respuesta a futuros cambios naturales y los provocados por el hombre (Knowlton, 1992).

La tercera ruta se orienta a reducir el riesgo de amenazas futuras para los ecosistemas coralinos, y agrupa a un conjunto de estrategias pensadas para enfrentar posibles eventos futuros (Smith *et al.*, 2019). Entre estas estrategias se encuentran propuestas para manejar el riesgo de especies invasivas a los arrecifes, o para disminuir el riesgo de amenazas meteorológicas pronosticadas, lo común de estas gestiones es que buscan apoyar a los ecosistemas para responder a alteraciones futuras y actúan en grandes escalas (McLeod *et al.*, 2019). Esta ruta de gestión reconoce que el futuro de la conservación de los ecosistemas de coral ya no depende únicamente de la acción y la administración localizadas, sino que requiere de prácticas que operen a futuro y a escalas mucho mayores que las actuales (Bellwood *et al.*, 2019).

METODOLOGÍA

La metodología del trabajo implicó dos grandes momentos: la definición de las actividades de gestión y la estimación del aprendizaje comunitario. El trabajo inicial del primer momento implicó la revisión de un grupo de referencias relacionadas con las

actividades de gestión relevantes sobre los ecosistemas coralinos, diferenciándose así tres tipos de trabajos abocados a: 1) la gestión en los ecosistemas coralinos (Anthony *et al.*, 2017; Mcleod *et al.*, 2019; Woodhead *et al.*, 2019), 2) los procesos básicos y la vulnerabilidad ecológica de los arrecifes (Maynard *et al.*, 2015; Brandl *et al.*, 2019; McLeod *et al.*, 2021) y 3) los centrados en las interacciones socioecológicas (Ingram *et al.*, 2018; Barnes *et al.*, 2019a). Esta revisión de la literatura concluyó con un listado preliminar de 32 actividades de gestión considerada relevante, posteriormente, y con apoyo de dos especialistas de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se analizaron las condiciones y características del ecosistema coralino de Cabo Pulmo, y con base en ello se depuraron y definieron 20 actividades de gestión realizadas por los habitantes de la comunidad local (Cuadro 1).

El segundo momento metodológico se dedicó a estimar los aprendizajes comunitarios que se construyen sobre las actividades de gestión definidas previamente. Con base en ese listado se diseñó una entrevista semiestructurada, herramienta reconocida para estimar estos tipos de aprendizajes (Ernst, 2019). El discurso obtenido, gracias a la entrevista, tomó la forma de un auto-informe realizado por los entrevistados, en el cual relatan sus procesos de aprendizaje. Se seleccionaron 18 habitantes de la comunidad de Cabo Pulmo, 6 mujeres y 12 hombres, en edades que oscilaron entre los 37 y 65 años, todos ellos activos en los servicios turísticos del lugar. Estos habitantes, a decir de otros integrantes de la comunidad y de algunos funcionarios de la CONANP, tenían una participación activa en la gestión del ecosistema coralino en los tres formatos de participación de interés investigativo: a) participación en intercambios informales al interno de la comunidad, b) participación en reuniones comunitarias formales y c) participación en interacciones extracomunitarias.

El trabajo de campo inició desde finales de 2018, pero las entrevistas se pudieron realizar en los meses de marzo a julio de 2021. Al entrevistar, se diferenciaron las preguntas para cada uno de los formatos de participación considerados. Todas las entrevistas tuvieron una duración de 70 a 90 minutos aproximadamente, y se grabaron totalmente, después de obtenidas se transcribieron literalmente para ser interpretadas cada una por separado; posteriormente, las interpretaciones realizadas se comentaron con los entrevistados con el fin de validarlas. La interpretación de las entrevistas fue realizada a través de su análisis, considerando los siguientes rubros:

- A) Niveles de información de los participantes.
- B) Tipo de interacción de los actores en los formatos de participación.
- C) Origen del contenido informativo intercambiado en los formatos de participación.

- D) Posibilidad del contenido informativo de convertirse en aprendizaje.
- E) Posibilidad del aprendizaje construido en alimentar la gestión comunitaria.
- F) Posibilidad del aprendizaje construido en alimentar la gestión adaptativa del ecosistema coralino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Participación en intercambios informales al interno de la comunidad

La estructura de diálogo en los intercambios informales al interno de la comunidad se caracteriza por desarrollarse mediante relaciones en las que participan dos o más personas, las cuales suelen tener lazos de afinidad: amigos cercanos o familiares, donde la consideración de la importancia mutua es lo más usual. Por lo general, los participantes en estos intercambios tienen similares niveles de información, tanto de aspectos ecológicos como sociales, y sólo en raras ocasiones algún integrante intenta ubicarse en una jerarquía participativa mayor que los demás. Lo común es que se establezcan planos horizontales de intercambio de información, donde las secuencias comunicacionales son variables, pero predominantemente equitativas, es decir, todos participan con similar frecuencia.

El contenido con el que se establecen los intercambios comunicativos proviene tanto de los antecedentes formativos y de capacitación de los participantes, como de una experiencia cotidiana que puede ser de naturaleza social o ecológica. El contenido social se origina en las relaciones de comunicación entre los miembros de la comunidad, de tal manera que emerge y fluye al mismo tiempo. El contenido ecológico proviene de las interacciones de los participantes con el entorno natural, en particular con el contacto directo en el ecosistema coralino, y que es definido por los objetivos de cada contacto y mediado por los tipos de instrumentos y tecnología con la que se establece la interacción con el ecosistema (Barnes *et al.*, 2019a). Dicho contacto puede estar vinculado a alguna o algunas especies en particular o con algún rasgo geofísico del ambiente natural. El aprendizaje de naturaleza ecológica y social generado aquí permanece dentro de límites definidos por las experiencias de los participantes, por ello se mantiene en un marco estable acotado por la cotidianidad de los integrantes.

El contenido concreto que se aprende mediante este formato de participación se presenta en el cuadro 1, donde se muestra que las actividades de gestión presentes en este tipo de participación abarcan la regulación de aprovechamiento turístico,⁴ así como el cuidado y la vigilancia de estresores locales, como el turismo, la protección de especies invasoras o las enfermedades de coral.

En estas reuniones (informales) siempre estamos hablando de cómo evitar que los turistas dañen el coral. Los turistas que vienen aquí por lo general son respetuosos y desean seguir al pie de la letra las indicaciones que les damos, pero el problema es evitar los contactos accidentales de ellos con los corales, a veces se distraen o son empujados por las corrientes. También cuando llegamos a ver algún coral enfermo, como el otra vez que vimos uno con la banda negra en el arrecife de Los Chopitos, rápido lo comentamos y vemos cómo le podemos hacer para controlar eso.

Una fortaleza de este formato de participación es que el contenido que se genera y difunde mediante él, tiene amplias posibilidades de devenir en aprendizajes comunitarios, pues lo que se comunica en estos intercambios se repite constantemente y se argumenta que la comunicación reiterativa llega frecuentemente a convertirse en aprendizaje (Leach *et al.*, 2014). La siguiente cita textual ejemplifica lo mencionado:

Nosotros aprendemos mucho platicando entre nosotros, yo no sabía nada de las enfermedades de los corales, de los peces que se los comen o de las algas que a veces llegan a matarlos. Pero Juan y Manuel que siempre están buceando y leyendo nos dicen lo que han visto, y así, ya cuando nosotros vamos, pues nos fijamos en lo que nos han dicho, de esta forma ya distinguimos qué le puede hacer bien o mal a los corales, y de esta forma ya los podemos cuidar mejor.

Se ha documentado que el contacto repetido entre los participantes suele reducir los conflictos entre ellos al darse tiempo para comprender más ampliamente las perspectivas de los demás, cuestión que concluye favoreciendo el desarrollo de aprendizajes (Webler *et al.* 1995). No obstante, la limitación de este formato de participación es que las actividades de gestión más relacionados con el desarrollo de la capacidad adaptativa del ecosiste-

⁴ Resulta muy propio que en las comunidades humanas costeras sus integrantes atiendan de manera privilegiada a los servicios proporcionados por los ecosistemas coralinos, asimismo orienten su gestión al cuidado de aquellos rasgos que son ecológicamente relevantes para la provisión de dichos servicios (Woodhead *et al.*, 2019).

ma coralino casi no estuvieron presentes en las entrevistas, a excepción de los aspectos relacionados con reducir el riesgo de amenazas meteorológicas al ecosistema coralino. Esta limitación es propia de una gestión local centrada en el cuidado de las condiciones biogeofísicas actuales, pero cuya consideración de los riesgos y amenazas futuras permanece fuera de su ámbito de acción.

Las consecuencias del aprendizaje generado con esta participación en cuanto a las prácticas de gestión son ambivalentes, ya que, por un lado, las interacciones aquí tienden a reforzar la cultura pro-ambiental, y de esta manera la disposición de los habitantes para participar en la gestión. Asimismo, su impacto positivo sobre la gestión se refleja al generar aprendizajes profundos debido a las particularidades de este tipo de participación, señaladas previamente. Además, también impacta positivamente a la gestión, debido a que estos aprendizajes se relacionan estrechamente con aquellos aspectos comunitarios que hacen posible que impacten en la toma de decisiones. Esto es así porque surgen en el contexto de una realidad comunitaria, debido a eso lo que las personas aprenden se encuentra vinculado tanto con los activos disponibles por la comunidad, como por los rasgos culturales que hacen posible el hecho de que las personas estén interesadas en participar en la gestión de los recursos naturales. Por otro lado, los resultados de estas interacciones, al tener un carácter reiterativo, no suelen incluir contenidos que renueven la gestión ecológica al desarrollarse mediante patrones de información recurrentes, los cuales tienden a limitar su potencialidad transformadora y su fomento del desarrollo de una capacidad adaptativa sobre el ecosistema coralino (ver cuadro 2).

Cuadro 1. Tipos de contenidos y aprendizajes encontrados en los tres formatos de participación

ACTIVIDADES DE GESTIÓN	A	B	C
1. Proteger al ecosistema coralino de los arrastres terrestres			
2. Control de predadores coralivoros			
3. Monitorear el estado de salud de los corales			
4. Controlar los recorridos de los turistas			
5. Regular el aforo turístico en el ecosistema coralino			
6. Informar y vigilar las acciones que pueden realizar los turistas			
7. Analizar el sistema de vigilancia de actividades ilícitas en el ecosistema coralino			
8. Participar en redes para controlar el desarrollo inmobiliario			
9. Proteger grupos de organismos con funciones ecológicas relevantes			
10. Manejar el riesgo de especies invasivas			
11. Reducir el riesgo de amenazas meteorológicas al ecosistema coralino			

12. Evaluar la vulnerabilidad funcional del ecosistema coralino			
13. Propagar genotipos de especies coralinas con rasgos hereditarios resilientes			
14. Realizar actividades de jardinería coralina			
15. Realizar acciones para mejorar la gestión de zonas costeras			
16. Intervenir en acuerdos internacionales de conservación marina			
17. Mantener rutas de conectividad de ecosistemas coralinos			
18. Identificar taxones de coral con alto potencial de aclimatación/adaptación			
19. Experimentar y evaluar acciones de gestión que apoyen la adaptación del ecosistema			
20. Participar en estructuras policéntricas de gestión mundial de ecosistemas coralinos			

(A) intercambios informales; (B) reuniones comunitarias y (C) interacciones extracomunitarias, para cada una de las actividades de gestión.

* Las actividades en negritas son aquellas que están más relacionadas con una gestión para proteger el ecosistema coralino de amenazas futuras.

Participación en reuniones comunitarias

A diferencia de la participación en los intercambios informales, en las reuniones comunitarias⁵ la estructura dialógica que se establece entre los participantes no suele ser simétrica ni horizontal. Esto es debido a que los miembros de la comunidad se involucran diferencialmente en los aspectos relacionados con normar las actividades en el ecosistema coralino, de esta forma hay quienes asumen mayores responsabilidades, ganando con ello mayor conocimiento y poder en el seno comunitario. Las diferencias entre los participantes suelen provocar conflictos internos, pero éstos no han mermado el nivel de confianza que existe entre los miembros de la comunidad, probablemente debido a esto, es que en estas comunidades suele haber una comprensión de la dependencia mutua entre ellos (Pahl-Wostl y Hare, 2004). No obstante, lo que sí produce estas diferencias, es que en estas interacciones se establezcan flujos unidireccionales de información, desde aquellos que convocan y que tienen claridad en las prioridades de los asuntos a tratar, hasta aquellos que llegan a informarse de ellos hasta el momento de la reunión. En estas

⁵ El contenido informativo de origen extracomunitario, proveniente de agencias estatales, nacionales e internacionales, sólo se suele presentar y difundir ocasionalmente en algunas reuniones comunitarias, pero no es un contenido que se haya extendido a la cotidianidad comunitaria.

condiciones, los aprendizajes individuales que emergen de estas interacciones no son iguales, sino que se matizan por las diferencias en la participación y por el nivel de involucramiento de los diferentes integrantes en la organización de las reuniones comunitarias.

El contenido que se genera y difunde a través de este formato de participación, en gran parte se nutre de las interacciones informales, en las que se rescatan las experiencias de los miembros comunitarios, de esta forma se establece una relación de retroalimentación entre los intercambios informales y las reuniones comunitarias de carácter positiva, ya que ambas participaciones se benefician mutuamente. Sin embargo, el contenido que se contempla en las reuniones comunitarias también proviene de intercambios extracomunitarios que establecen algunos responsables de la comunidad con otros actores e instituciones, como la Comisión Nacional de Áreas Protegidas o la Universidad Autónoma de Baja California, por ejemplo, cuyos intereses y preocupaciones son valoradas por la comunidad. De esta forma, el contenido discutido en éstas posee una raíz interna que se articula con el contenido asumido como relevante, y que proviene de actores e instituciones que juegan un papel destacado para orientar y normar las acciones humanas sobre el ecosistema coralino.

En el cuadro 1 se presenta el contenido específico tratado en las reuniones comunitarias, en donde se aprecia que gran parte del contenido se enfoca en el cuidado actual del ecosistema coralino y en la regulación de las actividades relacionadas con el aprovechamiento turístico. A diferencia de los intercambios informales, en las reuniones comunitarias emerge y se difunde un contenido de gran potencialidad para contribuir al desarrollo de la capacidad adaptativa del ecosistema coralino, tanto desde la perspectiva de disminuir la vulnerabilidad de los organismos coralinos, como la de cuidar una diversidad funcional que soporte los procesos ecológicos clave, y también desde la óptica de reducir el riesgo de amenazas futuras en el ecosistema. A continuación, se ejemplifica lo mencionado.

Estamos en contacto continuo con el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, con la Red Internacional para la Acción en Arrecifes Coralinos, con la Comisión Nacional de las Naciones Unidas sobre Derechos del Mar y con muchas otras organizaciones nacionales e internacionales. Todas ellas nos informan de los adelantos de especies coralinas más resistentes a las elevaciones de temperatura o sobre los movimientos sociopolíticos que se están produciendo para reducir las emisiones contaminantes al mar. De esas instituciones estamos aprendiendo mucho, pero no todos los que habitamos aquí participamos de igual forma, hay quienes saben mucho de eso y otros no tanto.

Este diverso y completo contenido, que contempla la transformación y la adaptación, convierte a las reuniones comunitarias en el principal mecanismo para promover la mejora de la capacidad adaptativa del ecosistema coralino. Sin embargo, el contenido predominante en este formato de participación no tiende a transformarse fácilmente en aprendizaje, ya que no suele ser tan reiterativo como el que se aborda en las interacciones informales.⁶ Se ha documentado que el contenido que aparece en reuniones de este tipo solamente puede devenir en aprendizaje cuando se procesa con una duración suficiente o se participa en él reflexivamente después de su recepción (Tippett *et al.* 2005). También se sabe que el contenido de estas reuniones sólo impacta al aprendizaje cuando se puede cuestionar las posiciones de los demás, así como cuando se estima la validez del contenido que se presenta. Observaciones similares se han reportado en otros lugares, como en productores holandeses, por ejemplo, quienes al cuestionar el contenido sobre las afirmaciones de otros participantes, señalaron haber construido mejores aprendizajes en forma interactiva (Beers *et al.*, 2016).

Los aprendizajes que finalmente logran construirse⁷ en las reuniones comunitarias tienen amplias posibilidades de impactar la gestión del ecosistema, debido a que estas reuniones están vinculadas a un sistema operativo de gestión conformado por los grupos, organizaciones e instituciones comunitarias. Por ejemplo, un entrevistado explicó lo siguiente:

Nuestra organización comunitaria está habituada a lidiar con el control del turista, de evitar derrames terrestres riesgosos. No tenemos instalaciones o personal para cuidar a los organismos que habitan aquí, pero que vienen de otra parte, sólo sabemos que los biólogos nos dicen que vienen de otras zonas costeras. Tampoco discutimos, ni hacemos algo sobre la acidificación del océano y de cómo está cambiando su temperatura, y menos sabemos y actuamos sobre el cultivo de especies de coral que se están adaptando mejor al cambio climático.

⁶ Mediante las entrevistas, en este formato de participación se detectó una limitación para que los contenidos informativos se conviertan en aprendizajes, sin embargo, algunos sí llegan a convertirse y cuando esto sucede, esos aprendizajes tienen altas probabilidades de alimentar la gestión comunitaria local, pero no así la adaptativa (ver cuadro 2).

⁷ Los estresores locales son sobre los que tienen gobernabilidad directa los habitantes de las comunidades que cuidan a los arrecifes de coral, pueden ser biológicos (como depredadores de coral, enfermedades), geofísicos (por ejemplo, calidad del agua, sedimentación), de uso (el tipo de aprovechamiento que hagan los humanos) y de riesgo (como saqueo o pesca ilegal). Los estresores globales no pueden ser controlados por las comunidades humanas costeras en forma directa, sólo pueden hacer de forma indirecta y los más importantes son: el incremento de la temperatura y la acidificación del océano, los contaminantes vertidos al mar y los aumentos del nivel de los océanos.

El problema es que dicho sistema está orientado a la atención de los problemas del ecosistema relacionados con su cuidado y aprovechamiento actual, pero no cuenta con opciones para el cuidado preventivo. En estas condiciones, los aprendizajes con mayor potencial para la transformación y la adaptación del ecosistema coralino no tienen, hasta ahora, mecanismos para impactar positivamente la gestión debido a que están desligados de las condiciones comunitarias, situación que también se han documentado en otros lugares, cuyos habitantes no han podido concretar una gestión orientada a mejorar la adaptación de ecosistemas coralinos (Hafezi *et al.*, 2020).

Participación en interacciones extracomunitarias

La estructura dialógica en las interacciones extracomunitarias es muy variable dado que cada interacción depende, en gran parte, del actor o institución con el cual los miembros de la comunidad interactúan, por esa razón los intercambios relacionales que se establecen resultan versátiles y por lo regular abordan temáticas diversas. Sin embargo, más allá de toda esa variabilidad, lo que resulta común es que las interacciones que se establecen son asimétricas, porque por lo general los actores o instituciones externas tienen mayor jerarquía e influencia, que los actores u organizaciones comunitarias. También, es común que los diferentes participantes externos posean información, que además de diferente, resulta novedosa para la comunidad. El origen del contenido que se trata en las interacciones extracomunitarias depende también de los participantes externos, ya que por lo general ellos son los que definen lo que habrá que considerarse y de qué manera trabajarse. De esta manera, el contenido aquí queda supeditado a visiones externas, en donde los participantes comunitarios se limitan a compartir las preocupaciones globales, reconocidas y abordadas por actores e instituciones de mayores recursos y con mayor capacidad de incidencia en las políticas nacionales e internacionales de los ecosistemas coralinos. Lo anterior queda ejemplificado en la siguiente cita:

Por lo que nos dicen las organizaciones internacionales, sabemos que la mayor preocupación mundial es el blanqueamiento de los corales debido a la elevación de la temperatura en los mares del mundo. También sabemos que les preocupa la acidificación del océano y los contaminantes provenientes de las ciudades y de las zonas industriales que son arrastrados y esparcidos por las corrientes marinas, pero nosotros no tenemos equipo, ni personal, ni instalaciones, ni oficinas para cuidar esas amenazas aquí. Tampoco podemos ver el problema genético para saber cuáles especies de coral se están adaptando al cambio climático.

En el cuadro 1 se presentan los principales contenidos que se intercambian mediante las interacciones extracomunitarias, en él se puede apreciar que el grueso de ellos está vinculado a la capacidad adaptativa de los ecosistemas coralinos. En particular se resaltan los que están orientados a reducir el riesgo de amenazas futuras,⁸ lo cual indica que la principal preocupación mundial se centra en el reconocimiento de que estos ecosistemas no pueden estar seguros hasta que se logren modificar las tendencias globales demográficas, culturales y económicas. El carácter de estos contenidos deja ver su importancia y relevancia para fomentar acciones transformadoras, y de esta forma avanzar hacia la mejora de la capacidad adaptativa de los ecosistemas coralinos. Sin embargo, en el seno de la comunidad esos contenidos se encuentran descontextualizados, pues no se encuentran ligados ni con la cultura local, ni con los recursos materiales y cognitivos con los que cuenta la comunidad.

En estas condiciones, estos contenidos, que no son recurrentes, sino que se renuevan y cambian constantemente y que están desvinculados del contexto local, tienen pocas posibilidades de convertirse en aprendizaje comunitarios, de tal forma que hasta ahora sólo constituyen un flujo de información que transita por algunos miembros comunitarios, pero que no cambian su capacidad para interactuar con su entorno. La información disponible sugiere que la posibilidad de que contenidos de esta naturaleza: cambiantes y descontextualizados, lleguen a concretarse en aprendizajes, sólo se podría si se incrementan y si se realizan actividades complementarias a los eventos en donde aparecen y se difunden. Así, por ejemplo, si después de las interacciones extracomunitarias se pueden realizar discusiones plenarias o análisis de casos coralinos relacionados con los contenidos obtenidos, se podría incrementar la probabilidad de construir aprendizajes en estos rubros (Petts, 2006; Mostert *et al.* 2007).

Hasta ahora, este contenido que ingresa a la comunidad gracias a las interacciones extracomunitarias tiene poca posibilidad de repercutir en la gestión comunitaria, es decir, se incorpora, lo que permite que algunos integrantes de la comunidad se enteren de iniciativas de gestión nacionales e internacionales, pero en realidad no llega a modificar sus prácticas de gestión. Principalmente su repercusión en la gestión comunitaria es pobre porque para que el contenido incida en la gestión depende de que en el contexto comunitario: estatal, nacional e internacional, existan estructuras organizativas e institucionales que den viabilidad a iniciativas de gestión para controlar estresores globales.⁸

⁸ Se hace necesario aclarar aquí que los contenidos a los que se hace referencia tienen reducidas posibilidades de convertirse en aprendizajes, además de que los limitados aprendizajes que llegan a producirse, a su vez, tienen reducidas posibilidades de alimentar la gestión.

Los integrantes comunitarios están restringidos por un contexto adverso, por ello, esta comunidad, junto con otras, se encuentran forzadas a aprender a crear configuraciones organizativas con el suficiente poder como para ejercer una fuerza que contrarreste la tendencia actual de daño ambiental. Debido a esto, lograr que este contenido impacte en la gestión, requerirá una sinergia cooperativa sin precedentes entre las organizaciones humanas en todos los niveles políticos, desde el intergubernamental hasta el local (McClanahan *et al.*, 2002). No sólo se necesita de organizaciones comunitarias, sino también se necesita que las instituciones de distinto nivel político lo permitan, sin embargo, hasta ahora el contexto institucional mexicano es limitativo, de tal forma que por el momento se están acumulando ideas y avances para conformar estructuras relacionales sociales de mayor capacidad negociadora.

Cuadro 2. Síntesis de los rubros de análisis en los tres formatos de participación

Formato de participación	Rubros de análisis de las entrevistas					
	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	E ⁵	F ⁶
Intercambios informales	Simétricos	Horizontal	Comunitario	Alta	Reducida	Reducida
Reuniones comunitarias	Asimétricos	Jerárquica	Comunitario y extracomunitario	Reducida	Alta	Reducida
Interacciones extracomunitarias	Asimétricos	Jerárquica	Extracomunitario	Reducida	Reducida	Reducida

¹Niveles de información de los participantes.

²Tipo de interacción de los actores en los formatos de participación.

³Origen del contenido informativo intercambiado en los formatos de participación.

⁴Posibilidad del contenido informativo de convertirse en aprendizaje.

⁵Posibilidad del aprendizaje construido en alimentar la gestión comunitaria local.

⁶Posibilidad del aprendizaje construido en alimentar la gestión adaptativa del ecosistema coralino.

Limitaciones de aprendizaje comunitario y de capacidad adaptativa ecológica

Las evidencias encontradas en el trabajo indican que los distintos formatos de participación complementan sus aprendizajes, así mismo la acción conjunta de los intercambios informales y la participación en reuniones comunitarias mantienen y desarrollan

aprendizajes relacionados con la gestión presente y local. Por su parte, la acción combinada de la participación en reuniones y los intercambios extracomunitarios conforman aprendizajes para sustentar una gestión orientada a proteger a los arrecifes de amenazas globales y de cambios futuros. Estos resultados concuerdan con otras investigaciones que también han encontrado que las diferentes formas de interacción entre las personas ofrecen un potencial diferente para generar resultados de aprendizaje complementarios (Beers *et al.*, 2016).

También se descubrió que la complementariedad de los formatos de participación presenta distintas carencias, una de las cuales es la falta de incorporar a la comunidad contenidos de información relacionados con el control de predadores del coral, así como el relacionado con identificación y experimentación de taxones de coral con mayor potencial adaptativo. Particularmente, estas carencias originadas por la marginalidad de estos contenidos, obstaculizan una gestión capaz de abarcar la adaptabilidad y transformación del ecosistema coralino. En estas comunidades ribereñas es habitual que se presenten campos de información marginados (Barnes *et al.*, 2019), por el momento este conocimiento faltante es originado por una barrera en la transmisión e intercambio de información y refleja una deficiencia de las estructuras de las redes sociales en las que participan los miembros de la comunidad (Mbaru y Barnes, 2017).

Otro problema identificado, es que algunos campos de contenido informativo, que son accesibles para los habitantes de Cabo Pulmo, no se están convirtiendo en aprendizajes porque no llegan a incidir en cambios en la capacidad de gestión de los habitantes. Esto se detecta principalmente en los contenidos relacionados con el riesgo de amenazas futuras para los ecosistemas coralinos, en donde algunos habitantes participan en estructuras relacionales que les permiten acceder a contenidos renovadores, pero que no son internalizados y concretados en una capacidad de gestión.⁹ Este problema de que un contenido informativo no se concreta en la toma de decisiones ha sido reconocido en algunos trabajos, en los que se ha propuesto el diseño de desencadenantes como una forma de mejorar la implementación de contenidos en la gestión (Schultz y Nie, 2012). Sin embargo, el problema en Cabo Pulmo es que los obstáculos para transformar estos contenidos en aprendizajes son extracomunitarios, pues depende de la existencia

⁹ El ejemplo más claro de esto es la falta de personal, de organización del trabajo y de oficinas para registrar e interpretar los cambios de temperatura, acidificación y contaminación marina. Esto aun cuando algunos entrevistados manifestaron conocer las implicaciones de estos estresores para la conservación del ecosistema coralino.

de estructuras gubernamentales o de organizaciones civiles nacionales, actualmente inexistentes, que permitan articular esfuerzos comunitarios para reducir las amenazas globales y futuras.

Las limitaciones de accesibilidad a ciertos contenidos informativos, sumado a los problemas de hacer operativos algunos aprendizajes comunitarios conquistados, produce huecos de gestión para amenazas globales y futuras. En estas condiciones, el aprendizaje actual incide en la gestión local y presente del ecosistema coralino, detectándose, por el momento, una estabilidad que está beneficiando temporalmente la conservación del ecosistema y que ha progresado gracias a un buen sistema de gestión comunitaria convencional (Morrinson *et al.*, 2020). No obstante, el problema es que en estas condiciones, el ecosistema queda vulnerable hacia el futuro y la solución a ello implica transitar hacia un sistema de gestión más global que demanda aprender a reconocer y responder al cambio (Cinner *et al.*, 2018), además de que no puede surgir de un esfuerzo comunitario autónomo, pues requiere de una coordinación entre niveles estatales, nacionales e internacionales (Doyle-Capitman *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

En los tres formatos de participación estudiados, los habitantes de Cabo Pulmo están construyendo aprendizajes comunitarios, los cuales, además de lograr implicar a todos los comuneros en la gestión del ecosistema, están conformando un escenario comunitario de cooperación, en el cual los pobladores concurren para formar un sistema de gestión a través de diálogos centrados tanto en objetivos ecológicos, como en fines socioeconómicos. También es importante señalar que la mayoría de estos aprendizajes construidos están incidiendo, ya sea en la definición de actividades de gestión, o bien, en la mejora de algunas de esas actividades. Sin embargo, las amenazas reconocidas para los ecosistemas coralinos cada vez se diversifican más y el sistema de gestión de Cabo Pulmo manifiesta tener ya una brecha ente las amenazas futuras y los objetivos de gestión actual. Resultaría por demás conveniente que dicho desajuste que se da, por un lado, entre las amenazas pronosticadas y, por el otro, con los objetivos y actividades de gestión, se pueda abordar para que esta comunidad tenga la posibilidad de adaptarse a las realidades por venir. Lamentablemente, la construcción del aprendizaje comunitario detectado en este estudio sobre la gestión ecosistémica, no resulta ser el necesario para lograr una reconfiguración

de una gestión capaz de hacer frente a las nuevas realidades. Por ello, resultaría favorable reconfigurar¹⁰ el sistema de gestión local de Cabo Pulmo para brindarle una mayor posibilidad para adaptarse a las amenazas futuras, lo cual implica hacerlo más capaz de relacionarse de manera apropiada con escalas de gestión mayores a lo local. Esta labor demanda el establecimiento de tres procesos básicos: el primero, referido a lograr nuevas formas para hacer accesible el contenido de origen extracomunitario a la comunidad; el segundo, alusivo a la construcción de estrategias que fomenten el tránsito de todo el contenido accesible a la comunidad (de origen interno y externo a la comunidad) a aprendizajes comunitarios, y el tercero, al establecimiento de mecanismos que favorezcan la concreción de todos los aprendizajes comunitarios construidos en actividades de gestión.

¹⁰ La reconfiguración de la que se habla aquí implica integrar a la gestión comunitaria local cuatro tipos de dimensiones ausentes actualmente: a) la conectividad de los organismos que habitan en Cabo Pulmo con otras zonas costeras de las que también dependen, b) la gestión estratégica de las interacciones entre los estresores locales y globales (que implica incidir en global a través de lo local), c) estrategias multiescala en marcos de gestión más amplios a través de la participación en redes de comunicación y en acuerdos de conservación de zonas costeras y d) el desarrollo completo del ciclo de gestión adaptativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Anthony, K., Bay, L.K., Costanza, R., Firn, J., Gunn, J., Harrison, P., Heyward, A., Lundgren, P., Mead, D., Moore, T., Mumby, P., van Oppen, M., Robertson, J., Runge, M., Suggett, D., Schafelke, B., Wachenfeld, D., Walshe, T. (2017), "New interventions are needed to save coral reefs", en *Nature Ecology & Evolution*, 1(10): 1420-1422.
- Ban, S.S., Graham, N.A., Connolly, S.R. (2014). "Evidence for multiple stressor interactions and effects on coral reefs", en *Global change biology*, 20(3): 681-697.
- Barnes, M.L., Mbaru, E., Muthiga, N. (2019). "Information access and knowledge exchange in co-managed coral reef fisheries", en *Biological Conservation*, 238: 108198.
- Barnes, M.L., Bodin, Ö., McClanahan, T.R., Kittinger, J.N., Hoey, A.S., Gaoue, O.G., Graham, N.A. (2019a). "Social-ecological alignment and ecological conditions in coral reefs", en *Nature communications*, 10(1): 1-10.
- Beers, P.J., Van Mierlo, B., Hoes, A.C. (2016). "Toward an integrative perspective on social learning in system innovation initiatives", en *Ecology and Society*, 21(1): 33.
- Beierle, T. C., Cayford, J. (2002). *Democracy in practice*, Washington, DC: Resources for the Future.
- Bellwood, D.R., Pratchett, M.S., Morrison, T.H., Gurney, G.G., Hughes, T.P., Álvarez, J.G., Day, J., Grantham, R., Greg, A., Hoey, A., Jones, G., Pandolfic, J., Tebbetta, S., Techera, E., Weeks, R., Cumming, G. (2019). "Coral reef conservation in the Anthropocene: confronting spatial mismatches and prioritizing functions", en *Biological conservation*, 236: 604-615.
- Bellwood, D.R., Streit, R.P., Brandl, S.J., Tebbett, S.B. (2019). "The meaning of the term 'function' in ecology: A coral reef perspective", en *Functional Ecology*, 33(6): 948-961.
- Berman, T. (2017). *Public participation as a tool for integrating local knowledge into spatial planning: planning, participation, and knowledge*, Cham, Switzerland: Springer.
- Cinner, J.E., Adger, W.N., Allison, E.H., Barnes, M.L., Brown, K., Cohen, P.J., Gelcich, S., Hicks, Ch., Hughes, T., Lau, J., Marshal, N., Morrison, T.H. (2018). "Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities", en *Nature Climate Change*, 8(2): 117-123.
- Cinner, J.E., Barnes, M.L. (2019). "Social dimensions of resilience in social-ecological systems", en *One Earth*, 1(1): 51-56.
- Coenen, F.H.J.M., Huitema, D., O'Toole, L.J. (1998). "Participation and environmental decision quality: an assessment" (pp. 307-326). En: Coenen, F.H.J.M., Huitema, D.,

- O'Toole, L.J. (ed.). Participation and the quality of environmental decision making. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Doyle-Capitman, C.E., Decker, D.J., Jacobson, C.A. (2018). "Toward a model for local stakeholder participation in landscape-level wildlife conservation", en *Human Dimensions of Wildlife*, 23(4): 375-390.
- Ernst, A. (2019). "Review of factors influencing social learning within participatory environmental governance", en *Ecology and society*, 24(1): 3.
- Fiorino, D.J. (1990). "Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms", en *Science, Technology & Human Values*, 15(2): 226-243.
- Garnett, S.T., Burgess, N.D., Fa, J.E., Fernández, L.A., Molnár, Z., Robinson, C.J., Leiper, I. (2018). "A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation", en *Nat. Sustain*, 1(7): 369-374.
- Gil-Agudelo, D.L., Cintra-Buenrostro, C.E., Brenner, J., González-Díaz, P., Kiene, W., Lusic, C., Pérez-España, H. (2020). "Coral reefs in the Gulf of Mexico large marine ecosystem: conservation status, challenges, and opportunities", en *Frontiers in Marine Science*, 6: 807.
- Hafezi, M., Sahin, O., Stewart, R.A., Connolly, R.M., Mackey, B., Ware, D. (2020). "Adaptation strategies for coral reef ecosystems in Small Island Developing States: integrated modelling of local pressures and long-term climate changes", en *Journal of Cleaner Production*, 253: 119864.
- Hughes, T.P., Barnes, M.L., Bellwood, D.R., Cinner, J.E., Cumming, G.S., Jackson, J.B., Kleypas, J., van de Leemput, I., Lough, J., Morrison, T., Palumbi, S., van Nes, E., Scheffer, M. (2017). "Coral reefs in the Anthropocene", en *Nature*, 546(7656): 82-90.
- Illeris, K. (2009). "A Comprehensive Understanding of Human Learning", (pp. 7-20). En: Illeris, K. (ed.). *Contemporary Theories of Learning: Learning Theorists in Their Own Words*. Londres/Nueva York: Routledge.
- Ingram, R.J., Oleson, K.L., Gove, J.M. (2018). "Revealing complex social-ecological interactions through participatory modeling to support ecosystem-based management in Hawai 'i", en *Marine Policy*, 94: 180-188.
- Knowlton, N. (1992). "Thresholds and multiple stable states in coral reef community dynamics", en *American Zoologist*, 32(6): 674-682.
- Leach, W.D., Weible, C.M., Vince, S.R., Siddiki, S.N., Calanni, J.C. (2014). "Fostering learning through collaboration: Knowledge acquisition and belief change in marine aquaculture partnerships", en *Journal of Public Administration Research and Theory*, 24(3): 591-622.

- Leenhardt, P., Stelzenmüller, V., Pascal, N., Probst, W.N., Aubanel, A., Bambridge, T., Charles, M., Clua, E., Féral, F., Quinquist, B., Salvat, B., Claudet, J. (2017). "Exploring social-ecological dynamics of a coral reef resource system using participatory modeling and empirical data", en *Marine Policy*, 78: 90-97.
- Maynard, J.A., McKagan, S., Raymundo, L., Johnson, S., Ahmadi, G.N., Johnston, L., Houk, P., Williams, G., Kendall, M., Heron, S., van Hooidek, R., Mcleod, R., Tracey, D., Planes, S. (2015). "Assessing relative resilience potential of coral reefs to inform management", en *Biological conservation*, 192: 109-119.
- Mbaru, E.K., Barnes, M.L. (2017). "Key players in conservation diffusion: using social network analysis to identify critical injection points", en *Biol. Conserv.*, 210: 222-232.
- McClanahan, T., Polunin, N., Done, T. (2002). "Ecological states and the resilience of coral reefs", en *Conservation ecology*, 6(2): 18.
- Mcleod, E., Anthony, K.R., Mumby, P.J., Maynard, J., Beeden, R., Graham, N.A., Heron, S., Hoegh-Guldberg, O., Jupiter, S., McGowan, P., Mangubhai, S., Marshall, N., McClanahan, T., Mcleod, K., Nyström, M., Obura, D., Parker, P., Tamelander, J. (2019). "The future of resilience-based management in coral reef ecosystems", en *Journal of environmental management*, 233: 291-301.
- McLeod, E., Shaver, E.C., Beger, M., Koss, J., Grimsditch, G. (2021). "Using resilience assessments to inform the management and conservation of coral reef ecosystems", en *Journal of Environmental Management*, 277: 111384.
- Mora, C., Graham, N.A., Nyström, M. (2016). "Ecological limitations to the resilience of coral reefs", en *Coral Reefs*, 35(4): 1271-1280.
- Morrinson, T.H., Adger, N., Barnett, J., Brown, K., Possingham, H., Hughes, T. (2020). "Advancing coral reef governance into the Anthropocene", en *One Earth*, 2(1): 64-74.
- Mostert, E., Pahl-Wostl, C., Rees, Y., Searle, B., Tàbara, D., Tippett, J. (2007). "Social learning in European river-basin management: barriers and fostering mechanisms from 10 river basins", en *Ecology and society*, 12(1): 19.
- Muro, M., Jeffrey, P. (2012). "Time to talk? How the structure of dialog processes shapes stakeholder learning in participatory water resources management", en *Ecology and Society*, 17(1): 3.
- Pahl-Wostl, C. y Hare, M. (2004). "Processes of social learning in integrated resources management", en *Journal of community & applied social psychology*, 14(3): 193-206.
- Petts, J. (2006). "Managing public engagement to optimize learning: Reflections from urban river restoration", en *Human Ecology Review*, 13(2): 172-181.

- Schultz, C. y Nie, M. (2012). "Decision-making triggers, adaptive management, and natural resources law and planning", en *Natural Resources Journal*, 443-521.
- Smith, T.B., Holstein, D.M., Ennis, R.S. (2019). "Disturbance in mesophotic coral ecosystems and linkages to conservation and management" (pp. 911-929). En: Loya, Y., Puglise, K.A., TCL, B. (eds). *Mesophotic coral ecosystems*. Nueva York: Springer.
- Tippett, J., Searle, B., Pahl-Wostl, C., Rees, Y. (2005). "Social learning in public participation in river basin management-early findings from HarmoniCOP European case studies", en *Environmental science & policy*, 8(3): 287-299.
- Uribe, E.S., Luna-Acosta, A., Etter, A. (2021). "Red List of Ecosystems: Risk assessment of coral ecosystems in the Colombian Caribbean", en *Ocean & Coastal Management*, 199: 105416.
- Van de Leemput, I.A., Hughes, T.P., van Nes, E.H., Scheffer, M. (2016). "Multiple feedbacks and the prevalence of alternate stable states on coral reefs", en *Coral Reefs*, 35(3): 857-865.
- Webler, T. (1995). "Right" discourse in citizen participation: an evaluative yardstick" (pp. 35-86). En: Renn, O., Webler, T. y Wiedemann, P. (eds.). *Fairness and competence in citizen participation: evaluating models for environmental discourse*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Woodhead, A.J., Hicks, C.C., Norström, A.V., Williams, G.J., Graham, N.A. (2019). "Coral reef ecosystem services in the Anthropocene", en *Functional Ecology*, 33(6): 1023-1034.

Efecto de la 17 α -metiltestosterona y zanahoria deshidratada en la expresión de caracteres sexuales secundarios y de interés productivo de *Melanotaenia boesemani* en condiciones de laboratorio

Gabriel Ricardo Campos Montes¹, Daniela Pérez Hernández¹,
Thania Medrano Mendoza¹, Psique Victoria Rivero Martínez¹ y
David Alberto Martínez Espinosa^{1*}

Resumen. Se evaluó la inclusión de 17 α -metiltestosterona y zanahoria deshidratada en la dieta de *Melanotaenia boesemani*, para determinar mejoras en la supervivencia (16 a 90 y 90 a 250 días), largo patrón, porcentaje de organismos con patrón de color propio de los machos y extensión de color amarillo en la región caudal. Se distribuyeron 480 alevines en cuatro tratamientos con cuatro réplicas cada uno. Los tratamientos fueron Control (Alimento comercial), MT (Alimento comercial con 17 α -metiltestosterona), Control con Zanahoria y MT con Zanahoria. No se registró diferencia entre los tratamientos en las supervivencias ($P > 0.5$), y MT fue el que presentó el mayor largo patrón a los 90 y a los 250 días ($P < 0.05$). Los grupos que recibieron las dietas MT y MT con Zanahoria presentaron mayor porcentaje de machos aparentes y MT/Zanahoria presentó mayor extensión de color que MT. El uso de MT con Zanahoria es una alternativa para mejorar la comercialización de *M. boesemani*.

Palabras clave: *Melatoenia boesemani*, Acuicultura ornamental, 17 α -metiltestosterona, Zanahoria, Caracteres sexuales secundarios.

Abstract. The inclusion of 17 α -methyltestosterone and dehydrated carrot in *Melanotaenia boesemani* diet was evaluated on survival (16 to 90 and 90 to 250 days), standard length, percentage of organisms with a color pattern typical of males and a yellow extension in the caudal region

¹ Laboratorio de Sistemas Acuícolas, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

* e-mail*: maed4024@correo.xoc.uam.mx

of these. 480 fingerlings were distributed in four treatments with four replicates each. The treatments were control (commercial food), MT (commercial food with 17 α -methyltestosterone), control with carrot and MT with carrot. There was no difference among the treatments in survival ($P > 0.05$) and MT was which one that presented the longest standard length at 90 and 250 days ($P < 0.05$). The groups that received MT and MT with carrot diets presented higher percentage of apparent males and MT/Carrot presented greater color extension than MT. The use of MT with carrot is an alternative to improve the trade of *M. boesemani*.

Key words: *Melatoenia boesemani*, Ornamental acuículture, 17 α -metiltestosterona, Carrot, Secondary sexual characters.

INTRODUCCIÓN

Las pequeñas empresas rurales son parte fundamental para el desarrollo del campo, de ahí la importancia de aquellas que hacen uso de recursos naturales acuáticos para el cultivo de peces, ya sea para fines alimentarios u ornamentales, debido a que han venido aumentando en número (Lujan, 2018). Por otro lado, los peces ornamentales han recibido una creciente demanda internacional, con el consecuente crecimiento de la exportación, por lo que estos cultivos contribuyen al mejoramiento del sector rural de países en desarrollo (Monticini, 2010; Raja *et al.*, 2014). Dichos cultivos han sido reconocidos y proyectados como una actividad de baja inversión con retorno económico estable, que pueden ser adoptados por segmentos de la población con bajos ingresos, además de ser una opción para la generación de empleos en zonas rurales (Lujan, 2018; Nightingale *et al.*, 2017).

En México, la demanda de peces dulceacuícolas destinados al ornato ha tenido un importante crecimiento, al mismo tiempo que la producción ha aumentado de manera consistente desde principios de siglo, alcanzando arriba de 60 millones de organismos en 2018, lo que generó ingresos económicos de 120 millones de pesos (delegación SADER Yucatán, 2018). La acuicultura ornamental nacional está enfocada principalmente en la producción de especies dulceacuícolas, que generalmente es realizada en unidades de producción ubicadas en zonas rurales, caracterizándose por ser poco tecnificadas y producir múltiples especies (Matus *et al.* 2017; Martínez-Espinosa *et al.* 2013).

En este sector productivo, el precio de venta de los organismos se encuentra en función de la especie, la talla y sus características estéticas, principalmente el color (Goodwin, 1984; Ramírez *et al.*, 2010), siendo este último, uno de los elementos más relevantes al momento de la comercialización, sobre todo en especies en las que el dimorfismo

sexual es evidente, por lo que el macho es más llamativo para los acuariofilicos, lo que incrementa su valor en el mercado y dificulta la venta de las hembras (Ramee *et al.*, 2020).

Por otro lado, algunas especies ornamentales requieren de largos períodos de cultivo para alcanzar la talla y apariencia necesaria para tener su mejor precio. Tal es el caso del pez arcoíris (*Melanotaenia boesemani*), que es una especie de cuerpo alargado y comprimido, cabeza pequeña, aleta dorsal grande dividida en dos y una aleta anal extendida de la punta de las aletas pélvicas hasta el pedúnculo caudal; los machos presentan un patrón de color en tonos azules en la parte craneal del cuerpo y tonos amarillos en la mitad caudal, mientras que las hembras presentan una coloración menos atractiva, lo que reduce su valor comercial (Imagen 1). La coloración amarilla de lo machos suele presentarse después de que alcanzan una talla aceptable de venta, lo que obliga a un mayor periodo de cría (Allen y Cross, 1980; Nugraha *et al.*, 2015).

Imagen 1. Hembra (A) y Macho (B) de *Melanotaenia boesemani*



Fotografía: Archivo del Laboratorio de Sistemas Acuícolas, UAM-Xochimilco.

Al ser una actividad poco capitalizada, la acuicultura ornamental (Martínez *et al.*, 2010) requiere buscar alternativas que permitan mejorar las condiciones para la comercialización de los organismos producidos. Una de ellas es el uso de 17 α -metiltestosterona (MT) adicionada a la dieta, antes o durante el periodo de diferenciación sexual, la cual, además de tener un efecto positivo en el crecimiento de los peces, incrementa el porcentaje de organis-

mos con caracteres morfológicos masculinos, incluida la coloración propia de los machos (Lee *et al.*, 2017). La MT es de uso habitual en especies ornamentales con dimorfismo sexual evidente, como el *Poecilia reticulata* o *Xiphophorus helleri* (Turan *et al.*, 2006; Mousavi-Sabet y Ghasemnezhad, 2013; Haitham *et al.*, 2017), lo que permite mejorar el precio de venta de los organismos comercializados. Por otra parte, la adición de pigmentos en las dietas permite mejorar la coloración de la piel y de las aletas en los organismos, lo cual tiene un efecto positivo en el valor comercial de los peces ornamentales, por lo que las xantofilas y los carotenoides son regularmente utilizados en la actividad acuícola, ya que son compuestos que los peces no pueden sintetizar (Gouveia *et al.*, 2003; Robaina *et al.*, 2017).

Una de las alternativas para la implementación de los carotenoides a bajo costo en la acuicultura ornamental, es la inclusión de zanahoria deshidratada adicionada a la dieta, ya que presenta un alto contenido de β -carotenos y favorece la intensidad y presencia de tonos naranjas (Velasco y Gutiérrez, 2019; Pereira Da Costa *et al.*, 2020; Orrego y Martin, 2021).

Considerando los efectos sobre el crecimiento y expresión de caracteres sexuales secundarios, asociados a la utilización de $17\ \alpha$ -metiltestosterona en acuicultura, así como la respuesta en la coloración de los peces por el aprovechamiento de β -carotenos presentes en la zanahoria, el objetivo de este trabajo es evaluar la inclusión de estos elementos en la dieta de *Melanotaenia boesemani* sobre el largo patrón, el porcentaje de organismos con características masculinas y la extensión del color amarillo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Manejo de los organismos

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Sistemas Acuícolas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Se utilizaron 400 alevines, provenientes de una población generada a partir de apareamientos naturales de 60 machos y 60 hembras de *Melanotaenia boesemani*. Los alevines fueron alimentados *ad libitum* después de la absorción del saco vitelino (a partir del segundo día), con microgusano (*Panagrellus* sp) durante 13 días. A los 16 días post-eclosión, se establecieron cuatro tratamientos con cuatro réplicas cada uno, para lo cual se utilizaron acuarios de 40 litros. En cada uno de ellos se colocaron aleatoriamente 30 organismos. Los acuarios se colocaron en estantes con tres niveles, los cuales presentaron diferencias de temperatura de 1°C promedio.

A partir de los 210 días de edad, en virtud del crecimiento de los organismos, la población de cada réplica fue transferida a acuarios de 80 l, colocados en 6 sistemas verticales de recirculación con 3 niveles, cuya diferencia de temperatura máxima entre niveles fue de 1°C. La colocación de las réplicas se hizo de manera aleatoria. Durante todas las fases del experimento, los parámetros de calidad de agua en los acuarios se mantuvieron dentro del rango óptimo para la especie (temperatura entre 25° y 27° C, pH entre 7 y 8, y NH_4 , NO_3 y NO_2 debajo de 0.01 ppm).

Dietas

Se utilizaron cuatro dietas diferentes: Como tratamiento control (Control) se utilizó alimento comercial (Silver Cup ®), con 50% de proteína y 16% de grasa, con un tamaño de partícula <0.4 mm); el segundo tratamiento fue alimento comercial (Silver Cup ®), adicionado con 17 α -metiltestosterona en una concentración de 60 mg/Kg (MT), con las mismas características nutricionales de la dieta Control; la tercera dieta consistió en una mezcla de 70% de alimento Control y 30% de zanahoria deshidratada (Control/Zanahoria), y para el cuarto tratamiento, la dieta consistió en 70% de alimento MT y 30% de zanahoria deshidratada (MT/Zanahoria).

Posteriormente, de los 90 y hasta los 250 días, en los tratamientos de MT y MT/Zanahoria se reemplazó el alimento con MT por alimento comercial sin MT (Silver Cup ®), con 45% de proteína y 16% de grasa, con un tamaño de partícula 1.5 mm, cada dieta fue administrada *ad libitum*.

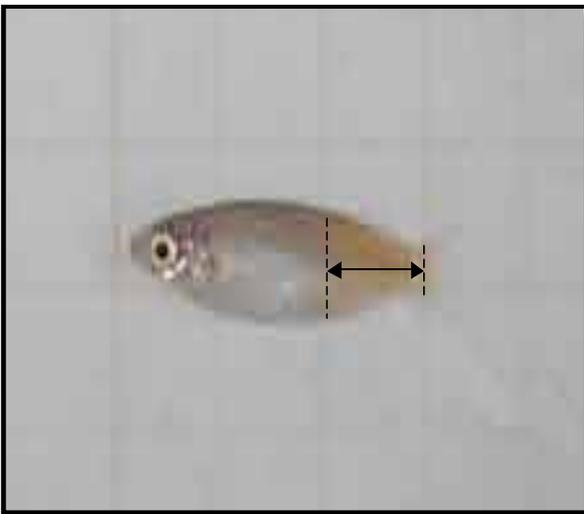
Obtención de la información

A los 90 y 250 días de edad, se midió el largo patrón (distancia entre la punta de la boca y la base de la aleta caudal) de cada uno de los organismos sobrevivientes, y se obtuvo la supervivencia en cada acuario a partir del número de organismos al final de cada etapa dividido entre el número de organismos sembrados al inicio de ésta.

A los 250 días post-eclosión, se determinó el sexo de los organismos, considerando como macho aparente a aquellos organismos que presentaron el patrón básico de coloración del macho propio de *Melanotaenia boesemani*, es decir, con el cuerpo de color azul o gris en la parte anterior y amarillo en la parte posterior, y como hembra aparente a los organismos que no lo presentaron (Imagen 1). Además, de cada macho aparente, se mi-

dió (cm) sobre la línea media la parte del cuerpo con coloración amarilla, característica de los machos, desde la base de la aleta caudal hasta donde la coloración amarilla fuera homogénea (Imagen 2). La extensión de color se obtuvo como el porcentaje del cuerpo con coloración amarilla con respecto al largo patrón.

Imagen 2. Puntos de referencia utilizados para la medición de la extensión del color amarillo en machos de *Melanotaenia boesemani*



Análisis de la información

Las diferencias entre tratamientos se analizaron con el siguiente modelo mixto:

$$y_{ijkl} = \mu + D_i + N_j + A_k + e_{ijkl}$$

donde: y_{ijkl} es la variable de respuesta (Largo patrón o extensión de color), D_i es el efecto del i-ésimo tratamiento (Control, MT, Control/Zanahoria, MT/Zanahoria), N_j corresponde al bloque del j-ésimo nivel del sistema de acuarios (Arriba, Medio, Abajo), A_k es el efecto aleatorio de k-ésimo acuario y e_{ijkl} corresponde al residuo aleatorio ($0, \sigma^2 \sim N$). La supervivencia por etapa se analizó utilizando el mismo modelo, pero sin considerar el efecto del acuario. En los casos donde se detectaron diferencias significativas ($\alpha < 0.05$) se utilizó una prueba de Tukey.

Para analizar la proporción de machos aparentes se utilizó una prueba de X^2 de homogeneidad de proporciones. Así mismo para las diferencias entre cada par de dietas, pero considerando un ajuste de Bonferroni por el número de comparaciones simultáneas ($\alpha_{\text{Bonferroni}} = 0.008$).

RESULTADOS

En términos generales, en el periodo de los 16 a los 90 días de edad, la supervivencia general fue de 91.2% y el largo patrón a los 90 días fue de 2.4 cm. Mientras que, entre los 90 y 250 días de edad se obtuvo una supervivencia poblacional de 96.9% y el largo patrón a los 250 días de edad de 3.4 cm. En cuanto a los caracteres sexuales secundarios se obtuvo un 66.4% de machos aparentes, lo cual fue diferente ($P > 0.05$) a la proporción esperada de 50% de cada sexo. Los machos aparentes tuvieron un promedio general de 30.5% en la Extensión del color. Los efectos de nivel en el estante o en el sistema de recirculación, según sea el caso, no fueron significativos para el largo patrón, la distribución de color ni la supervivencia. En el Cuadro 1, se presenta la estadística descriptiva.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de supervivencia, largo patrón y caracteres sexuales secundarios en *Melanotaenia boesemani* alimentados con dietas adicionadas con 17 α -Metiltestosterona y zanahoria deshidratada

Tratamiento	Supervivencia (%)		Largo patrón (cm)		Caracteres sexuales secundarios	
	16 a 90 días	90 a 250 días	90 días	250 días	Machos aparentes (%)	Distribución de color (%)
Control	91.6 \pm 2.5 ^A	95.3 \pm 2.4 ^A	2.3 \pm 0.1 ^B	3.5 \pm 0.03 ^{AB}	40.0 ^C	30.3 \pm 1.2 ^{AB}
MT	92.5 \pm 2.5 ^A	96.9 \pm 2.4 ^A	2.6 \pm 0.1 ^A	3.5 \pm 0.03 ^A	85.7 ^A	27.5 \pm 1.0 ^B
Control/Zanahoria	90.8 \pm 2.5 ^A	92.5 \pm 2.4 ^A	2.1 \pm 0.1 ^B	3.4 \pm 0.03 ^{BC}	57.0 ^B	31.7 \pm 1.1 ^{AB}
MT/Zanahoria	90.0 \pm 2.5 ^A	97.1 \pm 2.4 ^A	2.4 \pm 0.1 ^B	3.3 \pm 0.03 ^C	78.0 ^A	32.4 \pm 1.0 ^A
Media general	91.2	96.9	2.4	3.4	66.4	30.5

MT = Alimento con 17 α -Metiltestosterona (60 mg/Kg).

El sexo aparente fue determinado por la presentación del patrón de color propio de los machos. Literales diferentes dentro de columna indican diferencia significativa ($P < 0.05$), excepto para Machos aparentes donde se consideró $P < 0.008$.

Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre las dietas en la supervivencia de los 16 a los 90 días, ni en la supervivencia de los 90 a los 250 días ($P > 0.05$). El caso del largo patrón a los 90 días del grupo de peces alimentados con MT fue 12.8 % en promedio, superior a aquellos alimentados con las otras dietas ($P < 0.05$). En tanto que, a los 250 días de edad, los organismos que recibieron la dieta de MT/Zanahoria tuvieron un Largo Patrón 5.7 % inferior con respecto a los organismos que recibieron la dieta MT y la dieta Control ($P < 0.05$).

En cuanto a los caracteres sexuales secundarios, se puede observar que los grupos que recibieron las dietas MT y MT/Zanahoria presentaron mayor porcentaje de machos aparentes (43.4 % y 37.8 %, respectivamente) sin presentar diferencias entre estas dietas ($P = 0.409$), pero sí con las dietas a las que no se les adicionó 17 α -Metiltestosterona. En cuanto a la extensión del color, se encontró diferencia entre los organismos que recibieron la dieta MT y los que recibieron la dieta MT/Zanahoria; esta diferencia representa una ventaja de 15.1 % a favor de aquellos organismos que recibieron la dieta MT/Zanahoria ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Supervivencia

Los resultados obtenidos en este estudio muestran supervivencias iguales o superiores a 90 % en las 4 dietas sin que se detectaran diferencias en la supervivencia de 16 a 90 días, ni de 90 a 250 días, lo cual es consistente con los resultados presentados por Liu *et al.* (2021), quienes en una población de peces mandarín (*Siniperca chuatsi*) suministraron, durante 2 meses, dietas con dosis de 50 mg/kg y 100 mg/kg de 17 α -metiltestosterona, sin registrar diferencias significativas en la tasa de supervivencia (alrededor de 70 %) de los grupos tratados con MT y los grupos control.

En contraste con los resultados de este estudio, Abduh *et al.* (2020), que utilizaron MT en pez payaso (*Amphiprion ocellaris*) en el período que va de la eclosión hasta los 60 días de edad, registraron un incremento significativo en la supervivencia de 85 % a 100 % frente al grupo control al utilizar 30 mg/kg y 60 mg/kg, disminuyendo la supervivencia a 70 % al duplicar la dosis. Mousavi-Sabet *et al.* (2012) no observaron diferencias significativas en peces guppy (*Poecilia reticulata*) para la supervivencia entre el grupo control y una dosis de 10 mg/kg, sin embargo, las tasas de mortalidad en dosis mayores 20 - 200 mg/kg fueron significativamente superiores a los otros grupos. Esta disminución tam-

bién se observó en el estudio de Mousavi-Sabet y Ghasemnezhad (2013) con pez espada (*Xiphophorus helleri*), y en el realizado con el cíclido amarillo eléctrico (*Labidochromis caeruleus*), que de acuerdo con Karsli *et al.* (2018) al pasar de 20 mg/kg a 60 mg/kg la supervivencia cambio de 82.2% al 64.4%.

Las dietas Control/Zanahoria y MT/Zanahoria no presentaron diferencias significativas con respecto a las dietas Control y MT respectivamente, por lo que es posible inferir que la inclusión de Zanahoria no representó un efecto sobre la supervivencia. Estos resultados son concordantes con el trabajo de Kop *et al.* (2010) en cíclidos (*Cichlasoma severum*), donde la inclusión de zanahoria en la dieta no representó pérdidas en la supervivencia.

Largo patrón a los 90 y 250 días post eclosión

Los grupos que recibieron las dietas Control y Control/Zanahoria presentaron un incremento en el largo patrón entre ambas mediciones (90 y 250 días), de 52.2% y 61.9%, respectivamente, y fueron mayores con respecto a la dieta MT, la cual presentó un crecimiento de 34.6%, mientras que la dieta MT/Zanahoria presentó un 37.5%, lo anterior podría indicar que al retirar la MT de la dieta se redujo la velocidad de crecimiento de los peces, lo que revelaría la importancia de probar los protocolos con un mayor tiempo de uso de la MT.

A los 90 días de edad, los organismos que recibieron la dieta de MT presentaron un mayor largo patrón (12.7% superior) que el resto de las dietas, aunque esta diferencia se diluye al retirarse la hormona de la dieta (2% superior), pero manteniéndose a los 250 días la diferencia significativa ($P < 0.05$) entre MT y MT/Zanahoria. La respuesta en el crecimiento está relacionada con la especie en la que se administra la MT, por ejemplo, Liu *et al.* (2021) reporta que la talla de peces mandarín (*Siniperca chuatsi*) es mayor en ausencia de MT, mientras que Karsli *et al.* (2018) reporta un mayor crecimiento en cíclido amarillo eléctrico (*Labidochromis caeruleus*) por el uso de MT en la dieta. Por otra parte, en el pez tetra del Congo (*Micraleptus interruptus*) no se presentaron diferencias en el crecimiento con dosis de 0.2 y 3 mg/l de MT aplicadas por inmersión (Irfan *et al.*, 2020). Estas diferencias estarían explicadas por las diferencias fisiológicas entre especies, el período de aplicación y las dosis utilizadas en los diferentes estudios.

En el largo patrón a los 250 días no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre los grupos Control y Control/Zanahoria, este resultado concuerda con lo presentado por Kop *et al.* (2010) en el cíclido Heros (*Cichlasoma severum*) al evaluar el efecto de la in-

clusión de zanahoria por 50 días en la dieta, sobre el peso de juveniles de esta especie. También son consistentes con los resultados presentados por Wassef *et al.* (2010) en la comparación de la adición de zanahoria y de pimiento rojo en dietas de dorada (*Sparus aurat*). También se detectó una diferencia significativa entre la talla de los peces de MT y MT/Zanahoria, con medias de largo patrón de 3.5 ± 0.03 y 3.3 ± 0.03 , respectivamente. Lo anterior, posiblemente es explicado por las diferencias iniciales en la siembra del segundo periodo (90 días post eclosión), ya que la tasa de incremento de talla promedio fue similar (34% para MT y 37.5% para MT/Zanahoria).

Caracteres sexuales secundarios

La proporción de machos aparentes a los 250 días fue mayor para las dietas MT y MT/Zanahoria, sin diferencias entre ellas ($P=0.409$). En ambas dietas se registró un porcentaje de machos aparentes mayor a 75%, a diferencia de los organismos que recibieron las dietas Control y Control/Zanahoria ($P<0.008$), cuya proporción de machos aparentes no fue diferente de 50% ($P>0.05$), siendo este porcentaje esperado para la distribución de sexos en condiciones naturales. Estos resultados son consistentes con otros estudios, en los que la implementación de MT permite un porcentaje de reversión sexual hasta de 100%, incrementando la presencia de patrones de color asociados a los machos. Ejemplo de lo anterior, son los estudios realizados por Mousavi-Sabet *et al.* (2012) en *Poecilia reticulata*, el de Karsli *et al.* (2018) en cíclido amarillo eléctrico (*Labidochromis caeruleus*) y el realizado por Liu *et al.* (2021) en peces mandarín (*Siniperca chuatsi*), quienes, a partir de dosis mayores de MT a las utilizadas en este estudio, alcanzaron una reversión sexual de 100%.

La ventaja del uso de la zanahoria deshidratada sobre la proporción de amarillo en el cuerpo del pez no es del todo clara, dado que si bien esta variable en la dieta MT/Zanahoria fue 17.8% superior a la dieta MT ($P<0.05$), ambas dietas no presentaron diferencia significativa con las dietas Control y Control/Zanahoria. Nuestros resultados difieren con los presentados por Kop *et al.* (2010) en cíclido Heros (*Cichlasoma severum*), en el que, a partir de la evaluación por espectrofotometría, lograron determinar que los peces que recibieron zanahoria en la dieta presentaron una mayor retención de carotenos en músculo y piel, así como una coloración más intensa de acuerdo al análisis de imágenes digitales que realizaron. Por otro lado, Ramamoorthy *et al.* (2010) reportaron una mayor intensidad en la coloración de peces payaso (*Amphiprion ocellaris*), utilizando zanahoria en la dieta, comparado contra un grupo control y otras fuentes de pigmentos como la harina de flor de caléndula (*Calendula officinalis*). Estos resultados podrían estar

relacionados con la proporción de hembras masculinizadas en MT y MT/Zanahoria; en donde las primeras no recibieron suficientes carotenos en la alimentación para acumularlos en piel (Robaina *et al.*, 2017), pero las segundas sí, lo que se reflejó en la diferencia entre estos dos grupos, mientras que en Control y Control/Zanahoria sólo fue obtenida esta variable en machos.

CONCLUSIONES

El uso de alimento adicionado con 17 α -metiltestosterona en *Melanotaenia boesemani* brinda ventajas en el largo patrón y la supervivencia de 90 a 250 días post eclosión, además de incrementar la proporción de organismos con el patrón de color de machos, lo que se puede reflejar en mejores condiciones para la comercialización de esta especie. No fue posible determinar con claridad si existen ventajas por el uso de zanahoria deshidratada en la dieta para el largo patrón y supervivencia, pero mejoró la distribución de color en los organismos que recibieron 17 α -metiltestosterona en la dieta, lo que supone una mejor probabilidad de venta por la mejora en la calidad estética del pez. Es recomendable profundizar en estudios para optimizar el uso de la 17 α -metiltestosterona y de carotenos en esta especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Abduh, Y. *et al.* (2020), "Producing false clownfish (*Amphiprion ocellaris*) male broodstock by administering 17 α -methyltestosterone to protandrous hermaphrodite juveniles", en *Aquac Aquar Conserv Legis*, 13(2): 746-759.
- Allen, R. y Cross, J. (1980), "Description of five new rainbowfishes (*Melanotaeniidae*) from New Guinea", en *Rec. West. Aust. Mus.*, 8(3): 379-381.
- Delegación SADER Yucatán, 2018. Yucatán entre los principales productores de peces de ornato. Visto el 21 de marzo de 2019, en <https://www.gob.mx/agricultura/yucatan/articulos/yucatan-entre-los-principales-productores-de-peces-de-ornato?idiom=es>.
- Goodwin, W. (1984), *The Biochemistry of carotenoids. Volume II. Animals*, Nueva York: Chapman y Hall.
- Gouveia, L. *et al.* (2003), "Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass", *Aquac. Nutr*, 9(2): 123-129.
- Haitham, G. *et al.* (2017), "The extent to which immunity, apoptosis and detoxification gene expression interact with 17 alpha-methyltestosterone", en *Fish Shellfish Immunol*, 60: 289-298.
- Irfan, M., Abdullah, N. y Papatungan, F. (2020), "Effect 17 α -Metiltestosterone hormone with different dosage to percentage male sex, absolute weigh growth, and survival to Congo tetra fish (*Micraleptus interruptus*)", en *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2): 391-402.
- Karsli, Z. *et al.* (2018), "The effect of hormone (17 α -Methyltestosterone, 17 β -Estradiol) usage on development, sex inversion and pigmentation of electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus* Fryer, 1956)", en *Appl. Ecol. Environ. Res.* 16 (6): 8093-8103.
- Kop, A., Durmaz, Y. y Hekimoglu, M. (2010), "Effect of natural pigment sources on colouration of cichlid (*Cichlasoma severum* sp. Heckel, 1840)", en *J Anim Vet Adv*, 9(3): 566-569.
- Lee, .L. *et al.* (2017), "Histological and transcriptomic effects of 17 α -methyltestosterone on zebrafish gonad development", en *BMC genomics*, 18(1): 1-19.
- Liu, S. *et al.* (2021), "Production of neo-male mandarin fish *Siniperca chuatsi* by masculinization with orally administered 17 α -methyltestosterone", en *Aquaculture*, 530: 735904.
- Lujan, M. (2018), *Acuicultura de peces ornamentales: oportunidad de desarrollo para las comunidades*. AQUAHOY: Portal de Información de Acuicultura. Lima, Perú 2018. Recuperado en febrero de 2019 de: <https://www.aquahoy.com/el-acuicultor/31352->

- acuicultura-de-peces-ornamentales-oportunidad-de-desarrollo-para-las comunidades.
- Martínez, D., Malpica, A. y Hernández, J. (2010), "Estructura de la producción de la piscicultura de ornato del estado de Morelos y su relación con la diversidad de la oferta", en *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 10(20).
- Martínez, D., *et al.* (2013), "Análisis de los factores que condicionan la idoneidad de la estructura productiva de las granjas acuícolas de peces de ornato del estado de Morelos", en *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 13(25): 93-114
- Matus, J., Martínez, D. y Sánchez, J. (2017), "¿Es posible una economía verde en la acuicultura morelense?", en *Administración y Organizaciones*, 20(38): 35-59.
- Monticini, P. (2010), *The Ornamental Fish Trade. Production and Commerce of Ornamental Fish: technical-managerial and legislative aspects*. FAO: GLOBEFISH Research Programme, Vol. 102, Roma, Recuperado en marzo de 2019 de: <http://www.fao.org/3/a-bb206e.pdf>.
- Mousavi, H. y Ghasemnezhad, H. (2013), "Masculinization, mortality and growth rates of swordtail *Xiphophorus hellerii* (Poeciliidae) affected by methyltestosterone", en *Poeciliid Research*, 3(1): 7-16. Disponible en: <http://www.pr.bioflux.com.ro>.
- Mousavi, H. *et al.* (2012), "Sex reversal, mortality rate and growth of guppy (*Poecilia reticulata*) affected by 17-alpha methyltestosterone", en *Poeciliid Research*, 2(1): 1-8. Disponible en: <http://www.pr.bioflux.com.ro/>
- Nightingale, B. *et al.* (2017), "A producer company - An ideal value chain model for ornamental fish trade", en *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(6): 115-120.
- Nugraha, .F. *et al.* (2015), "Genetic diversity of Boeseman's Rainbowfish (*Melanotaenia boesemani*) reared in Indonesian farms compared to endangered natural populations", en *Trop. Conserv. Sci.* 8(3): 796-812.
- Orrego, O. y Martin, A. (2021), "Técnicas emergentes de extracción de β -caroteno para la valorización de subproductos agroindustriales de la zanahoria (*Daucus carota* L.): una revisión", en *Informador técnico*, 85(1): 83-106.
- Pereira, D. y Campos, F. (2020), "The use of carotenoid pigments as food additives for aquatic organisms and their functional roles", en *Reviews in Aquaculture*, 12(3): 1567-1578.
- Ramírez, C., Mendoza, R. y Aguilera, C. (2010), *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México*. México: UANL.
- Ramamoorthy, K. *et al.* (2010), "Proximate composition and carotenoid content of natural carotenoid sources and its colour enhancement on marine ornamental fish *Amphiprion ocellaris* (Cuveir, 1880)", en *WJFMS* 2(6): 545-550.

- Ramee, W. *et al.* (2020), "The effect of dietary 17 α -methyltestosterone administration on secondary sex coloration in adult female Rosy Barbs and Dwarf Gouramis", en *J World Aquacult Soc.* 51(5): 1119-1131.
- Raja S. *et al.* (2014), "Potential of ornamental fish culture and marketing strategies for future prospects in India", en *Int.J.Biosci.Nanosci*, 1(5): 119-125.
- Robaina, L *et al.* (2017), *Carotenoides en piensos para acuicultura y calidad de peces de cultivo. En Carotenoides en agroalimentación y salud. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – CYTED.* México: Editorial Terracota.
- Turan, F., Çek, Ş. y Atik, E. (2006), "Production of monosex male guppy, *Poecilia reticulata*, by 17 α -methyltestosterone", en *Aquac. Res.*, 37(2): 200-203.
- Velasco, J. y Gutiérrez, M. (2019), "Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce", en *Revista politécnica*, 15(30): 82-93.
- Wassef, A. *et al.* (2010), "Effect of two natural carotenoid sources in diets for gilthead seabream *Sparus aurata*, on growth and skin coloration", en *J. Appl. Aquac* 2(3): 216-229.

Efectos del COVID-19 en el tianguis orgánico del Centro Universitario de la Costa Sur, Autlán de Navarro, Jalisco

Peter R.W. Gerritsen^{1*}, José Abad Aispuro Chávez², Sheyla Nallely Muñoz Belmont², Iris Álvarez Ayón², Tania Denis Medina Antillón², Erika Fernández Ojeda² y Samuel Tlatempa Martínez³

Resumen. Debido al cierre de sitios por posibles aglomeraciones, y con la finalidad de mitigar el contagio del COVID-19, productores y comerciantes locales se han visto limitados a comercializar sus productos, por lo cual, en este artículo se analizan las respuestas ante la pandemia de una red de productores que participaron en un tianguis semanal en el Centro Universitario de la Costa Sur, en el suroeste del estado de Jalisco, considerando tres períodos: 1) antes de la pandemia, 2) durante la pandemia y 3) en la nueva normalidad. Se aplicó el método de estudio de caso y se entrevistó a seis productores, examinando sus estrategias de comercialización ante la pandemia y los efectos de ésta en los ingresos que obtienen de la venta en el tianguis universitario. Si bien, se encontraron opiniones diferentes, la mayoría expresa que fueron afectados económicamente. Se determinó que, aun cuando el tianguis no era el único punto de venta para los productores, sí representaba un ingreso fijo semanal para la mayoría, y un importante punto de reunión y venta, además de que todos están dispuestos a regresar cuando las actividades del Centro Universitario se reactiven. Algunas de las alternativas que han implementado ante la pandemia fueron: añadir a la venta otros productos, servicio a domicilio y el uso de redes sociales para la difusión de sus productos.

Palabras clave: Pandemia, Red de productores, Mercados locales, Estrategias de comercialización, Desarrollo alternativo, Jalisco.

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco, e-mail: petergerritsen@cucsur.udg.mx.

² Programa de Maestría en Manejo de Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco.

³ Programa de Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Recursos Naturales y Agrícolas, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco.

Abstract. *As a result of the closure of possible agglomeration sites for mitigating COVID-19 contagion, local producers and merchants have been limited to marketing their products as they did before. Therefore, this article focuses on analyzing responses of a network of producers participating in a weekly farmer market in the southwest of the state of Jalisco, considering three periods: 1) before the outbreak of the pandemic, 2) during the pandemic and 3) in the so-called new normality. A case study approach was applied and a total of six producers were interviewed and their strategies were examined and the effects on the income they obtain from selling at a local organic market. Although, different opinions were found, the majority expressed that they were economically affected. It was determined that, despite the fact that the market was not the only point of sale for the producers, it did represent a fixed weekly income for the majority and an important meeting and sale point, since all are willing to return if the activities of the university center are reactivated. The alternatives that they have implemented in the face of the pandemic are adding products to their sale, home delivery and the use of social networks to disseminate their products.*

Key words: *Pandemic, Producer networks, Local markets, Sales strategies, Alternative development, Jalisco.*

INTRODUCCIÓN

La pandemia provocada por el COVID-19 ha tenido profundos impactos en las sociedades modernas. Ha afectado no solamente la salud humana, sino también la organización y el desarrollo económico de las sociedades (Suárez *et al.*, 2020). Esta situación ha impactado severamente en las relaciones sociales y económicas entre países. Entre otros, a partir del cierre de fronteras se han reforzadas las tendencias unilaterales y nacionalistas (Ramonet, 2020), lo que provocó que muchas actividades económicas se hayan paralizado y, por consiguiente, también ocasionó una disminución de la demanda de productos y servicios (CEPAL, 2020).

El sector de los servicios ha sido el más afectado al perder gran parte de su ganancia habitual, o por haber tenido que pausar o cerrar sus negocios, ya que este sector depende de la venta directa de bienes y servicios. En el mismo sentido, las cadenas agroalimentarias se han visto afectadas por la restricción de flujos de personas, bienes y servicios, ocasionando una crisis económica que afectó seriamente a la seguridad alimentaria, entre otros (iPES FOOD, 2020).

En el ámbito agroalimentario, los debates sobre cómo resolver esta problemática se han enfocado en la importancia de (re)construir sistemas agroalimentarios más resilientes y fortalecer los circuitos cortos de comercialización, dado el potencial que tienen ambos de generar beneficios ambientales, económicos y sociales en los escenarios regionales. Entre otros, esto requiere voltear la mirada hacia los productores y comerciantes en las diferentes regiones, quienes han percibido un cambio drástico en sus actividades (CEPAL, 2020; Ramonet, 2020; iPES FOOD, 2020).

En México, existe una larga tradición de los circuitos cortos de comercialización, como parte del movimiento agroecológico que tiene sus inicios en los ochenta (Astier *et al.*, 2017). El primer mercado alternativo registrado fue el “Círculo de Producción y Consumo Responsable”, en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, que inició operaciones en el año 1998 (Escalona, 2009; Roldán *et al.*, 2016). Este mercado se pretendía que funcionase como un espacio ciudadano de consumo responsable, comercio justo y producción alternativa. Por otra parte, la “Plataforma de Tianguis y Mercados Orgánicos de México” se estableció con la participación de 26 mercados de productores, en 15 entidades federativas, y buscaba fortalecer el movimiento agroecológico en México, a través de la consolidación de distintos espacios de comercialización de productos (García de la Cadena *et al.*, 2017). Algunas estrategias aplicadas en estos mercados para el incremento de ventas son el desarrollo de talleres y materiales educativos, recorridos agroecológicos y visitas a sitios de producción, apropiación de nichos alternativos del mercado capitalista por medio de actividades artísticas, eventos de degustación, ferias y eventos temáticos, entre otros (García de la Cadena *et al.*, 2017).

Con base en lo anterior, el tema central de este artículo es el análisis de un circuito corto de comercialización en el occidente de México. Se refiere a un pequeño tianguis establecido dentro del Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR), de la Universidad de Guadalajara (denominado de aquí adelante “tianguis del CUCSUR”), en el Municipio de Autlán de Navarro, en la región político-administrativa Sierra de Amula, en el suroeste del estado de Jalisco. El tianguis del CUCSUR está conformado por productores y comerciantes de municipios cercanos y, a raíz de la suspensión de clases presenciales y el cierre indefinido del Centro Universitario, sus actividades también han sido suspendidas, lo que representa una ruptura total en este circuito.

Particularmente, en este artículo se pretende un acercamiento, de manera exploratoria, a las estrategias de comercialización de algunos de los participantes del tianguis, antes, al inicio de la pandemia y ahora con en la nueva normalidad, es decir, el período de reactivación económica durante la pandemia. Se describen las actividades de comercialización de esta red de productores para, posteriormente, explorar los cambios en

estas actividades durante la pandemia. Finalmente, se examinan los planes a futuro que los productores participantes tienen respecto a la reactivación del tianguis del CUCSUR, en el contexto de la llamada nueva normalidad.

Algunas nociones teóricas

Los circuitos cortos de comercialización, o mejor conocidos como tianguis o mercados locales, se consideran espacios de coordinación para el intercambio de productos agroalimentarios entre los productores participantes y los consumidores que acuden a dichos espacios. No obstante, los mercados locales van más allá de sólo intercambio mercantil, también son espacios socioculturales donde se busca construir confianza entre los actores participantes, asimismo se busca intercambiar valores patrimoniales en torno a los alimentos y sus formas de producción (González *et al.*, 2020; Calatrava y González, 2012).

En términos generales, en los circuitos cortos de comercialización se pretende crear una organización asociativista-cooperativista, enmarcada en una economía social y un comercio justo, buscando a su vez, articular prácticas de consumo local con identidades culturales locales y organizacionales (Garrido y Vidal, 2008). En este sentido, Kestemont y Fraselle (2006: 18-19) enfatizan que los valores del comercio justo se interrelacionan con los valores de un comercio ético. Los primeros se basan en relaciones directas entre productor y consumidor, determinación de precios justos, máxima transparencia y el establecimiento de criterios de operación de los circuitos cortos de comercialización, entre otros. Los segundos se basan en tener productos de calidad y seguridad, buenas actitudes frente a posibles reclamos, cuidado de ambiente, respeto a los valores patrimoniales, entre otros.

Desde otra mirada, los productores y consumidores participantes en estos circuitos de comercialización se pueden considerar una red alternativa de comercialización. Esta red funciona bajo el esquema de una colaboración solidaria, basada en el reconocimiento de la importancia del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales locales para la elaboración de productos alimenticios con un impacto mínimo al medio ambiente. Además, existe un intercambio de conocimientos (ecológicos, culturales y de valores) entre los diferentes actores que inciden en los mercados locales (productores y comerciantes, y entre productores, comerciantes y consumidores) (Rovere, 1999).

Según Mance (2002), la gran mayoría de las redes de colaboración solidaria se construyen a partir de una reflexión y concientización, de parte de los actores sociales participantes, como una forma de resistencia ante el modelo capitalista. Además, estas

redes buscan transformar formas agroindustriales de producción y comercialización en sistemas agroalimentarios más sustentables (Rosset *et al.*, 2021).

Es importante destacar, y siguiendo a Robbins (2015), que existen una gran diversidad de mercados locales, dependiendo de su escala (pequeña vs. grande), el origen de sus productos (agroecológico vs. agroindustrial) y las características de los productores (campesinos vs. agroempresarios). A su vez, Schermer *et al.* (2010) distinguen diferentes estrategias que pueden emplear los productores participantes en los mercados locales: 1) iniciativas centradas en productos alimenticios de alta calidad, 2) iniciativas centradas en productos alimenticios regionales, 3) iniciativas destinadas a las relaciones directas entre productores y consumidores, 4) iniciativas que desarrollen mercados para productos, servicios y bienes públicos no alimentarios, y 5) iniciativas para establecer una marca regional.

Los participantes de circuitos cortos de comercialización constantemente están buscando nuevas alternativas en la producción y la comercialización de sus productos (Gerritsen y Morales, 2007). Su importancia radica en que estimulan el comercio dentro de las regiones, reivindicando el valor biocultural de sus productos (Toledo y Barrera, 2017). Además, contribuyen a fortalecer los sistemas agroalimentarios ciudad-región (Gerritsen, 2021).

Incluso antes de la pandemia, los participantes en las redes de colaboración solidaria han tenido que adecuar sus estrategias frente a la competencia de las empresas convencionales de productos agroalimentarios. Entre estas estrategias, destacan acciones para el reforzamiento de la identidad biocultural, la creación de empleos locales y el fortalecimiento de las relaciones sociales, basados en los principios de la agricultura sustentable, el consumo responsable y la conciencia ambiental, entre otros (Escalona, 2009). En este sentido, también en situaciones de crisis como la actual pandemia del COVID-19, los circuitos cortos de comercialización cuentan con potencial para reactivar la actividad productiva y contribuir al desarrollo económico de las regiones cercanas como veremos más adelante.

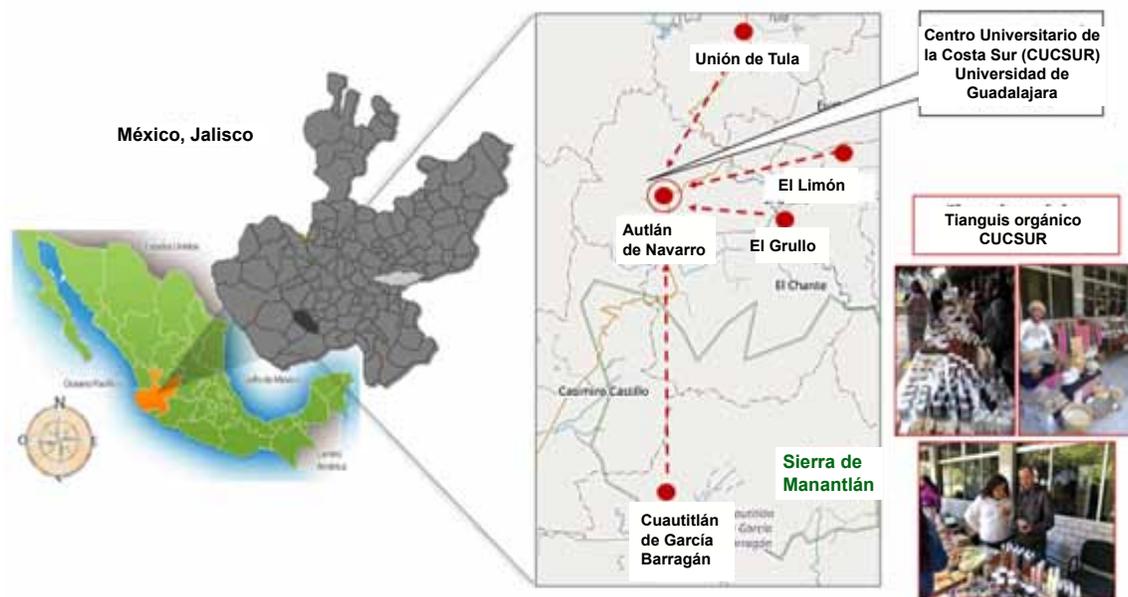
De acuerdo a lo anterior, queda claro que los consumidores juegan también un papel importante en los mercados locales. Para empezar, los hábitos y las preferencias influyen en las formas de fortalecer a estos circuitos. En ellos, la compra de productos locales no sólo depende de los ingresos y los puntos de venta, sino también del posicionamiento ideológico de los consumidores y las relaciones sociales que establecen con los productores (Gerritsen, 2021). Otro aspecto importante es la logística de los mercados locales (horario y ubicación), es decir, la posibilidad de los consumidores para acceder a estos canales de distribución puede estar condicionada por una serie de factores, como

la disponibilidad de tiempo, contar con un medio de movilidad, su capacidad de gasto, la información que manejan con respecto a los precios, los productos y las vías de aprovisionamiento alternativas (Garrido y Vidal, 2008).

Diseño de estudio

El estudio de este artículo tiene un carácter exploratorio y, como ya se mencionó, se enfoca en el tianguis CUCSUR, el que se encuentra situado dentro del Centro Universitario de la Costa Sur, de la Universidad de Guadalajara, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. Los participantes en este circuito corto de comercialización provienen de 5 municipios cercanos: El Limón, El Grullo, Autlán de Navarro, Cuautitlán y Unión de Tula (Figura 1).

Figura 1. Municipios de procedencia de los productores que participan en tianguis orgánico del CUCSUR



Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI (2020) e imágenes proporcionadas por el productor José Chávez.

El tianguis del CUCSUR es un espacio en que interactúan y comparten experiencias y conocimientos no sólo los participantes, sino también alumnos, docentes y representantes gubernamentales de la región. El tianguis surgió por la iniciativa de estudiantes y un profesor de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios (IRNA), que se imparte en el CUCSUR. Anteriormente, este profesor impartió talleres de capacitación en agroecología en los diferentes municipios de la región y organizó un curso-taller sobre agroecología dentro de las instalaciones del CUCSUR, donde comenzaron a asistir los productores participantes en los talleres regionales de capacitación. Éstos, a su vez, empezaron a comercializar sus productos durante los recesos y, posteriormente, durante toda la mañana y tarde.

METODOLOGÍA

Para realizar este estudio, se optó por una modalidad cualitativa, utilizando para ello el método de estudio de caso (Budar y Belmonte, 2012). Se seleccionaron seis productores participantes del tianguis como estudio de caso, cuyas únicas condiciones eran haber participado de manera continua desde la fundación del tianguis y tener la disponibilidad para participar en el estudio. Estos productores representan, aproximadamente, 30% del número total de participantes del tianguis, incluso considerando que ha habido cierta variabilidad en el número de productores asistentes.

Como estrategia de estudio y para ayudar a los participantes a establecer sus actividades de producción y comercialización ante el suceso de la pandemia, se dividió en tres etapas. La primera se denominó “pre-pandemia”, la cual se enfoca en conocer sobre la producción y venta antes de la pandemia. La segunda etapa es la de “pandemia” o “durante la pandemia”, y se refiere a cuando los participantes percibieron por primera vez los cambios en su producción, es decir, el período posterior al cierre del tianguis (a partir de 20 de marzo de 2020). La tercera etapa se denominó “post-pandemia”, y se refiere a aquella fase de adaptación (aproximadamente a partir de finales de mayo de 2020), en la que los participantes ya estaban padeciendo los cambios ocasionados por el cierre, así como de la incertidumbre de su término, por lo cual empezaron a implementar alternativas en sus actividades para comercializar sus productos durante el período que se denominó como “la nueva normalidad”. Esta última, se define como una sub-etapa, incluida en la etapa post-pandemia, refiriéndose a la nueva forma de llevar su vida cotidiana de comercialización, y se aborda esta sub-etapa con el fin de conocer las nuevas estrategias para la comercialización, promoción y distribución de los productos.

A los participantes seleccionados se les realizó una entrevista semi-estructurada, vía telefónica, cuestionando acerca de sus formas de producción y comercialización antes de la pandemia, así como de los efectos de ésta sobre sus actividades, con preguntas como: si hubo cambios y cuáles fueron, y qué estrategias visualizan a futuro para el tianguis, entre otras.

Las entrevistas tenían un apartado de información personal del productor y su perspectiva ante la pandemia, esto con la finalidad de conocer cómo y desde cuándo percibieron los cambios en sus actividades. El resto de la entrevista se dividió en tres temas que, a su vez, se subdividieron en los períodos de tiempo ya mencionados. El primer tema estuvo enfocado al proceso de producción; el segundo, en la comercialización, y el tercero, en los ingresos del productor, todo con relación al impacto del COVID19.

RESULTADOS

En esta sección se describen los resultados del estudio, iniciando con una descripción general de la red de productores para, posteriormente, presentar los seis estudios de caso de participantes, así como sus estrategias de comercialización antes, durante y después de la pandemia. Finalmente, se presenta un análisis comparativo de las estrategias de los participantes y de sus percepciones ante la pandemia.

Descripción de la red de productores relacionado con el tianguis CUCSUR

El tianguis CUCSUR tiene aproximadamente 12 años de existencia, y como ya se mencionó, surgió a raíz del curso “Agricultura Orgánica”, abierto también a productores, ofertado por la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara, con sede en Autlán.

Los agricultores que han participado desde un principio compartían e intercambiaban productos y después decidieron comercializarlos. A esta iniciativa se integraron grupos de productores locales y productores de municipios aledaños y, si bien, hoy en día siguen participando diferentes productores, algunos no han sido constantes, vienen y van de acuerdo con su producción; aun con ello, el número total de productores había sido de aproximadamente 16.

Al inicio de la pandemia, el tianguis fue compuesto por productores y comerciantes provenientes de los municipios: Autlán de Navarro, El Limón, El Grullo, Cuautitlán de

García Barragán y Unión de Tula, dedicados a comercializar pan, productos artesanales de higiene personal, pollo orgánico, café orgánico, frutos de temporada, tortillas, semillas, entre otros. El objetivo del tianguis también es incentivar el consumo de productos locales y regionales, así como estimular el trueque e intercambio de mercancías, y con ello motivarlos a que se sumen a este movimiento.

Estudios de caso del tianguis del CUCSUR

Caso 1: *María Magdalena*⁴

María Magdalena (50 años) vive con su familia en el municipio El Limón, se trata de una familia de cuatro miembros (ellos y dos hijos) que viven de forma independiente. Los ingresos de su hogar provienen de la venta de productos de elaboración propia: gorditas de maíz, galletas de maíz, granola y lácteos. Son campesinos, practicando la agricultura de manera tradicional y libre de químicos y pesticidas. María Magdalena también dedica su tiempo a impartir talleres para compartir sus conocimientos como productora agroecológica. Ella tiene una larga historia como productora, incluso hace 18 años ella formó parte de las fundadoras de la tortillería “Las Comadres” (ver el caso 4). Impulsó la tortillería en sus inicios, para después continuar como productora independiente y fundar su propia empresa: “Gorditas La Ciénega”. En cuanto a su participación en el tianguis CUCSUR, ha estado presente desde sus inicios comercializando granola, gorditas y galletas de maíz, pan, quesos, cajeta, entre otros.

Tras el cierre de la Universidad, tuvo que cancelar sus actividades en el tianguis CUCSUR, en marzo de 2020, fecha en la que comenzó a percibir cambios en sus actividades de comercialización. Considera que la pandemia es algo “que nos afecta a todos y que durará mucho tiempo”.

Para María Magdalena, el tianguis no era su único punto de venta, tiene tres más. Ella, como productora y comerciante, dice haber percibido “más ventas”, sin tener que elaborar nuevos productos. A pesar de los cambios provocados por la pandemia, “hubo un efecto positivo” en su venta, ya que obtuvo un cliente mayorista, lo cual permitió mitigar y cubrir el impacto de las posibles pérdidas económicas debido al cierre del

⁴ Todos los nombres de los productores entrevistados son ficticios.

tianguis CUCSUR, que representaba un ingreso fijo semanal. Por ello, menciona que sí estaría dispuesta a regresar si se reactivan las actividades del tianguis. En cuanto a sus planes a futuro, comenta no tener planes específicos, ni implementar aún nuevas estrategias para generar ingresos ante la nueva normalidad.

Caso 2: José Pescador

José Pescador (30 años) es productor avícola orgánico y campesino en el municipio de Unión de Tula. Está casado y tiene dos hijos, y aunque sus padres son aún los propietarios de la tierra, son un hermano y él quienes se ocupan de las labores agropecuarias.

José forma parte del tianguis desde 2017. Antes de la pandemia contaba con cuatro puntos de venta más, y percibió bajas en las actividades económicas hasta el mes de mayo de 2020. José estima que bajaron 20% de sus ventas. Dada la situación, ha implementado con éxito nuevas estrategias para la comercialización, como: el reparto a domicilio a nivel regional y la distribución en la ciudad de Guadalajara para mantener y ampliar su base de clientes. De igual forma, ahora en la etapa de nueva normalidad ha optado por utilizar las redes sociales como medio de difusión, aspecto que, de serle útil, seguirá utilizando.

En un futuro, José buscará incrementar sus ventas difundiendo sus productos a través de redes sociales a nivel regional, mantendrá el servicio a domicilio y diversificará su producción incorporando nuevos productos como carne molida, chorizo y carne para hamburguesas.

Al igual que otros productores en su comunidad, se esfuerza por llevar a cabo su producción de manera agroecológica. Por otra parte, José Pescador se distingue del resto de su comunidad por tener una cadena productiva más larga, ya que su proceso económico abarca desde la siembra y cosecha de las gramíneas que utiliza como alimento para las aves en producción, hasta la comercialización que él mismo hace en diferentes puntos de la región. Esto le representa muchos retos, pero también muchas oportunidades de diversificación productiva y posibilidades de llegar a nuevos consumidores interesados en el consumo local y en apoyar a pequeños productores campesinos.

Caso 3: Patricia De la Cruz

Patricia De la Cruz (45 años) está casada y tiene tres hijas. Su economía depende del empleo de su esposo y de sus propios ingresos como artesana. Hace más de cinco años, Patricia, sustituyendo a otra comerciante, empezó a vender en una panadería del muni-



cipio de El Grullo, sin embargo, poco a poco comenzó a elaborar sus propios productos de tipo artesanal. Aunque Patricia no tiene tanto tiempo en el tianguis, su participación ha sido constante.

Ella percibe la pandemia con impactos negativos con respecto a sus actividades de producción, venta y distribución. De hecho, antes de la pandemia había abierto un local de venta de pan y otros alimentos, sin embargo, tuvo que cerrarlo dado que le fue imposible sostenerlo debido a los gastos y la disminución de ventas. A pesar de eso, argumenta que no dejará sus actividades, ya que su negocio le permite solventar los gastos más esenciales de su hogar. Actualmente, Patricia trabaja desde casa y ha identificado e implementado nuevas estrategias de venta y distribución, como el servicio a domicilio y la promoción de sus productos por redes sociales. Además, ha incluido nuevos productos acorde a la demanda de su mercado, como galletas y pasteles caseros.

Caso 4: Eva Primera

Eva Primera (50 años) está casada, tiene dos hijas y dos hijos, casi todos independientes. Señala que comenzó sus actividades de emprendimiento por la necesidad de obtener una fuente de trabajo para solventar los gastos de su familia.

Eva, junto a otras cinco mujeres, fundó, desde hace 18 años, la cooperativa de tortillas “Las Comadres” en el municipio de El Limón. Ellas están presentes en el tianguis del CUCSUR desde su fundación y se especializan en la producción de tortillas y sopes de maíz adicionadas con nopal y chaya, hechas a mano y cocidas en fogón con leña, lo que además promueven la conservación de las tradiciones y la oferta de alimentos saludables y nutritivos.

Todas las socias forman parte de familias campesinas, quienes siempre han trabajado en el campo, aunque no en tierra propia, de ahí que buscaran otra fuente de ingresos como la cooperativa. Una de las metas más importante del grupo es ayudar a su comunidad, al obtener localmente las materias primas y así fortalecer la economía local. Los insumos que utilizan como el maíz, los nopales y la chaya son cultivos libres de agroquímicos, por tanto, su producto está libre de contaminantes.

Antes de la pandemia tenían diferentes puntos de venta, además del tianguis, los cuales generaban un ingreso considerable. Con la pandemia tuvieron que buscar nuevas alternativas, como las redes sociales y el servicio a domicilio, y aunque disminuyeron sus ingresos, siguen buscando alternativas, como la incorporación de otros productos como los totopos para evitar la disminución de los ingresos, importantes para sus familias.

Caso 5: Rosa Guadalupe

Rosa Guadalupe (49 años) es originaria del municipio Tuxcacuesco. Ella, en conjunto con el grupo “Color de la Tierra”, desarrollan actividades en el tianguis CUCSUR desde hace 12 años. Su esposo trabaja para la Universidad de Guadalajara, por lo mismo llegaron a vivir en una comunidad indígena en el municipio Cuautitlán de García Barragán.

Al principio, los esposos de las mujeres que conformaron el grupo se oponían a sus actividades, debido a esto, ellas las realizaban sin su conocimiento, pero al pasar el tiempo, los esposos se dieron cuenta de los beneficios y ahora las apoyan, ya que estos ingresos son parte importante para el sostén de la familia.

El grupo es parte importante de la vinculación entre la comunidad y grupos externos y cada año realizan el “Festival del Café”, donde comparten sus conocimientos sobre el cuidado, producción y distribución de alimentos orgánicos. También realizan talleres de lengua náhuatl, así como actividades culturales, gastronómicas y recorridos por los cafetales.

Respecto a la pandemia, Rosa menciona que ha tenido sentimientos encontrados y menos flujo de dinero, al mismo tiempo que se ha sentido asustada. Menciona que: “son tiempos de reflexión para observar la fragilidad de la vida, así como es una enseñanza para valorar el medio donde vivimos”. Y aunque sus medios de comercialización no han cambiado, tienen menos ventas, porque no tiene venta directa al público. Comenta que: “la pandemia puede durar mientras las personas sigan con miedo o mala alimentación, por lo mismo la gente se encuentra débil”. Al igual que otros productores quiere innovar para hacer diferentes productos y no perder el mercado que ha ganado.

Caso 6: Judas Tadeo

Junto con su pareja, Judas Tadeo maneja una empresa de productos artesanales de cuidado e higiene personal. Judas, a su edad (49 años), decidió estudiar la carrera de Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios, la que terminó en el año 2016.

La idea de elaborar productos para el cuidado e higiene personal surgió a partir de su ingreso a la universidad y ante la necesidad de solventar los gastos escolares. También, al ir desarrollando sus estudios, buscó la forma de incorporar su actividad comercial de acuerdo a su carrera, por ello, decidió que, dado que su actividad laboral lo vinculaba con diferentes comunidades, podría rescatar tradiciones. Inicialmente producían shampoo de amoles, sin embargo, conforme el tiempo pasaba surgió, de acuerdo

con la demanda de los clientes, la necesidad de diversificar sus productos y ahora tiene una gama de alrededor de 20 diferentes propuestas para sus clientes.

Algunos de sus insumos los obtiene a través de la recolección de frutos, semillas y plantas silvestres; otros, son comprados o intercambiados con otros productores, ya sea miembros del tianguis o productores de la región, de igual forma otras plantas medicinales son cultivadas por ellos.

Judas Tadeo participa en el tianguis desde 2012, primero como miembro regular y actualmente como coordinador. Incluso, mientras el tianguis está suspendido, Judas Tadeo mantiene una relación estrecha con los demás participantes, y tanto él como los demás miembros del tianguis continúan intercambiando y consumiendo sus productos entre sí.

Finalmente, Judas Tadeo percibe que las actividades del tianguis a futuro inmediato, o ante la nueva normalidad, podrían verse afectadas, ya que actualmente se desconoce si las actividades generales del Centro Universitario se reanudarán a inicios del año 2021 o si se tendrán que postergar y seguir de manera a distancia. Mientras tanto, él sigue buscando alternativas de distribución y nuevos clientes. Un plan fijo, ante la nueva normalidad, es seguir ofreciendo una alternativa a los productos industrializados, que tengan un menor impacto en la salud humana y en el ambiente, además de seguir concientizando a la gente acerca de los problemas potenciales que conlleva la pérdida de especies de flora y de usos tradicionales.

Análisis comparativo de los estudios de caso

De acuerdo a lo anterior, donde se describen los resultados de los estudios de caso de participantes con más tiempo en el tianguis CUCSUR (entre ocho y 12 años), podemos distinguir que la mayoría son mujeres entre los 35 a 50 años. Otro rasgo perceptible es que todos los participantes tienen más puntos de venta aparte del tianguis, y que su producción y comercialización ha continuado ante la crisis sanitaria. Sin embargo, han sido distintos los impactos por la pandemia COVID-19 para cada uno de ellos, dependiendo de su situación.

En cuanto al proceso de comercialización en el período antes de la pandemia, los participantes entrevistados coinciden en que era “continua o estable”. Si bien, sus ingresos no dependían totalmente del tianguis CUCSUR –dado que (incluido el tianguis) Eva Primera contaba con dos puntos de venta; María Magdalena, José Pescador, Patricia De la Cruz y Judas Tadeo contaban con cuatro puntos de venta en total,

mientras que Rosa Guadalupe con 15 puntos de venta– el tianguis sí representaban un ingreso semanal fijo.

En el período de la pandemia, los participantes se enfrentaron a la disminución de ventas por no tener contacto directo con sus clientes, a causa del cierre indefinido de instituciones y mercados al aire libre. En este sentido, cuatro de seis participantes dijeron percibir los cambios a partir de marzo de 2020 (cierre del tianguis CUCSUR), mientras que sólo dos de ellos percibieron los cambios a partir de mayo de 2020 (José Pescador y Eva Primera). En la etapa de la “nueva normalidad”, a partir de junio de 2020, los participantes del tianguis han generado nuevas estrategias para mitigar el impacto en sus actividades productivas y de comercialización. Para empezar, varios de ellos comenzaron a diversificar sus productos y, como lo muestra la Tabla 1, únicamente María Magdalena y José Pescador no agregaron nuevos productos a su venta.

Tabla 1. Productos comercializados en el tianguis y en sus otros puntos de venta: antes, durante y después de la pandemia

Participante	Productos en venta pre-pandemia	Productos en venta durante pandemia	Nuevos productos agregados a la venta durante la “nueva normalidad”
María Magdalena	Galletas de maíz, granola, pan, ciruelas, jugo congelado	Galletas de maíz, granola, pan, ciruelas, jugo congelado	Sin alternativas de productor, pero ganó un cliente mayorista en esta etapa
José Pescador	Pollo orgánico	Pollo orgánico	Ninguno
Patricia De la Cruz	Pan, galletas, crema de cacahuete	Pan, galletas, crema de cacahuete, galletas y pasteles	Gelatinas y pasteles
Eva Primera	Tortillas, sopes	Tortillas, sopes, totopos	Totopos
Rosa Guadalupe	Café, mojote, semillas, frutos de temporada	Café, mojote, semillas, frutos de temporada	Ninguno
Judas Tadeo	Productos para la higiene y el cuidado personal	Productos para la higiene, el cuidado personal, gel antibacterial	Gel antibacterial

Fuente: elaboración propia con base en los resultados obtenidos en las entrevistas.

Por otra parte, del porcentaje total de ganancias de los participantes al cierre del tianguis, representó pérdidas de 20% para José Pescador, 15% para Patricia De la Cruz y Judas Tadeo y 5% para Eva Primera y Rosa Guadalupe. Si bien, estas pérdidas no son tan prominentes, sí representaban un ingreso fijo para todos. En contraste con el resto de los productores, y como ya se mencionó, para María Magdalena las ventas incluso han mejorado, pero se debe a que ha ganado un cliente mayorista.

Para cinco de los seis participantes en el tianguis, las estrategias de difusión y comercialización que les han resultado efectivas ante la nueva normalidad son dos: 1) el servicio a domicilio; por ejemplo, José Pescador dice repartir sus productos a domicilio y distribuirlos en la región y en Guadalajara, y 2) la difusión con el uso de redes sociales, como Patricia De la Cruz que se apoya de estos medios para la promoción de sus productos (aunque también reparte sus productos a domicilio como José Pescador), María Magdalena, Judas Tadeo y Rosa Guadalupe (Tabla 2).

Tabla 2. Nuevas formas de comercialización, promoción y distribución

Participantes	Pre-pandemia	Pandemia	Post-pandemia
María Magdalena, José Pescador, Patricia De la Cruz, Eva Primera, Rosa Guadalupe	<ul style="list-style-type: none"> Diferentes puntos de venta (contacto directo con clientes) 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de redes sociales Servicio a domicilio 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de redes sociales Servicio a domicilio
Judas Tadeo	<ul style="list-style-type: none"> Diferentes puntos de venta (contacto directo con clientes) Uso de redes sociales Servicio a domicilio 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en el uso de redes sociales Mayor demanda en servicio a domicilio 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en el uso de redes sociales Mayor demanda en servicio a domicilio

Fuente: elaboración propia con base en los resultados obtenidos en las entrevistas.

Cabe mencionar que de todos los participantes, el único que ya utilizaba las redes sociales y servicio a domicilio antes de la pandemia es Judas Tadeo. A partir de la etapa “pandemia” aumentó su uso y actualmente recibe más pedidos de servicio a domicilio que antes. El resto de los participantes sólo comercializaba por medio del contacto directo con sus clientes en diferentes puntos de venta.

Finalmente, respecto a los planes a futuro, los participantes entrevistados expresaron un sentimiento generalizado de la pandemia como un fenómeno que: “nos está afectando a todos” en muchos aspectos, pero, sobre todo, económicamente, con problemas y consecuencias para unos y nuevas oportunidades para otros”, y que “es un momento para reflexionar sobre la fragilidad de la vida y para valorar el medio donde vivimos”. Los productores piensan que la pandemia va a durar desde un año, cuatro, cinco, hasta un tiempo indefinido (“mucho tiempo”). Respecto a sus planes a futuro, destacan opiniones como diversificar la producción, mantener a sus clientes fijos fortaleciendo las alternativas de venta y medios de comercialización actuales, y sólo dos de ellos no han planeado nada a futuro aún.

Al cuestionarlos sobre las estrategias que ellos consideran más adecuadas para generar ingresos ante la nueva normalidad, José Pescador opina que lo mejor es “incrementar sus ventas por medio de las redes sociales, servicios a domicilio, incorporar nuevos productos como carne molida, chorizo y hamburguesas”, mientras María Magdalena, Patricia De la Cruz y Eva Primera planean seguir con los planes que tienen hoy en día. En este sentido, Rosa Guadalupe cree que se debe “innovar y hacer diferentes productos y no disminuir la venta actual”, mientras que Judas Tadeo cree “que buscar alternativas de comercialización y distribución como las redes de canastas solidarias, servicio a domicilio, así como tratar de incorporar nuevos productos, de acuerdo con las necesidades actuales”, serán las estrategias más efectivas para su comercialización ante la pandemia y el cierre del tianguis. Por último, es importante mencionar que todos los productores están dispuestos a regresar al tianguis, si éste se reactiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El tema central de este artículo fue la exploración de la operación de un circuito corto de comercialización dentro del contexto de la pandemia ocasionada por el COVID-19, en este caso el tianguis del CUCSUR. En las secciones anteriores, se presentó un primer acercamiento a las estrategias de comercialización de seis participantes del tianguis, antes y al inicio de la pandemia, así como en la nueva normalidad, es decir, el período de reactivación económica durante la pandemia. Se describieron las actividades de comercialización de esta red de productores para, posteriormente, explorar los cambios en ellas durante la pandemia. Finalmente, se examinaron los planes a futuro que los productores participantes visualizan respecto a la reactivación del tianguis del CUCSUR, en el contexto de la llamada nueva normalidad.

Retomando a Robbins (2015), se puede constatar que el tianguis del CUCSUR se caracteriza por ser un mercado local, pequeño, agroecológico e impulsado principalmente por productores. Además, siguiendo la clasificación de Schermer *et al.* (2010), el tianguis puede considerarse como una iniciativa centrada en productos alimenticios regionales, sin embargo, también busca fortalecer las relaciones directas entre productores y consumidores. Visto desde otra perspectiva, el tianguis del CUCSUR también se puede considerar como una iniciativa desde la región para contribuir en la construcción de sistemas agroalimentarios más sustentables (Rosset *et al.*, 2021).

Las interrupciones y confinamientos que se han señalados en la parte introductoria de este artículo, a causa de la pandemia (iPES FOOD, 2020), también han afectado a los productores participantes en el caso del tianguis CUCSUR. Las restricciones de contacto interpersonal en la comercialización de sus productos han sido el principal cambio a partir de la pandemia, influyendo en la demanda de sus productos.

Para los participantes del tianguis CUCSUR, la pandemia ha influido de una forma inmediata y principalmente en la situación económica de sus actividades. En este sentido, los productores agregaron nuevos productos para compensar sus ventas y han puesto en práctica nuevas formas de comercialización y distribución de sus productos. La generación de nuevas estrategias por parte de los productores regionales ha propiciado cambios significativos en la venta de productos, algo que se ha observado también en otros mercados en México.

Tomando el caso del Mercado Alternativo de Tlalpan, Monachon y COUS-UNAM (2020) mencionan que la pandemia ha impuesto la necesidad de replantear las formas de consumo, incluyendo el desarrollo de nuevas iniciativas. En ese mismo sentido, Morales y colaboradores (2020), al estudiar 14 tianguis distribuidos en nueve estados del país, determinaron un declive en todas las ventas, ya sea porque el tianguis está cerrado o porque el flujo de clientes ha disminuido, similar a nuestro caso.

Tomando en cuenta las alternativas que implementan los productores del tianguis del CUCSUR, en términos generales, se observa una transición hacia la comercialización mediática, en la cual los productores se han apoyado en las redes sociales (digitales) para la difusión y venta de sus productos. Esta acción es algo que otros tianguis también han optado por hacer, como es el caso del tianguis Alternativo de Puebla (Monachon y COUS-UNAM, 2020). Sin embargo, como muestra la experiencia en otros tianguis de México, lograr incrementar las ventas depende del tipo de productos y el acceso a las redes sociales, tanto de los productores como de los consumidores (Morales *et al.*, 2020).

De lo anterior, queda claro que la pandemia ha evidenciado la fragilidad de los sistemas agroalimentarios contemporáneos, no solamente en tanto a las cadenas largas

de comercialización, como la utilizadas por las grandes empresas alimentarias, sino también en los circuitos cortos de comercialización, como es el caso del tianguis del CUCSUR.

Queda claro la necesidad de reconstruir sistemas agroalimentarios más resilientes para poder resistir crisis similares al COVID-19. En este sentido, contrario a las grandes empresas alimentarias, el potencial de los circuitos cortos de comercialización radica en que no solamente contribuyen a recuperar y fortalecer la seguridad alimentaria, sino también a reconstruir el tejido histórico-social de las regiones y los valores patrimoniales regionales con los diferentes actores sociales involucrados (Gerritsen y Morales, 2007; IICA, 2020).

BIBLIOGRAFÍA

- Astier C.M., Arqueta, Q., Orozco-Ramírez, Q., González, S.M.V., Morales, J., Gerritsen, P.R.W., Escalona, M.A., Rosado, M., Sánchez-Escudero, J., Martínez, T.S.S., Sánchez-Sánchez, C.D., Arzuffi, B.R., Castrejón, A.F., Morales, H., Soto, P.L., Mariaca, M.R., Ferguson, B., Rosset, P., Ramírez, T.H.M., Jarquin, G.R., Moya, G.F., Gónzalez-Esquivel, C., Ambrosio, M. (2017). "Back to the roots: understanding current agroecological movement, science and practice in México", en *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41: 3-4, 329-348.
- Budar, M.D.R.V., Belmonte, J.A.T. (2012). "Técnicas de Investigación Social. las entrevistas abierta y semidirectiva", en *Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, 1(1):58-94.
- Calatrava Requena, J. y González Roa, M.C. (2012). "Los canales cortos como forma alternativa de comercialización", en *Agricultura y Ganadería Ecológica*, verano, 2012, 8.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020). "América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: efectos económicos y sociales", Naciones Unidas: Informe especial Covid-19 N°1. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45337/S2000264_es.pdf?sequence=6&isAllowed=y (consultado: 25/03/2021).
- Escalona, A.M. (2009). *Los tianguis y mercados locales de alimentos ecológicos en México: su papel en el consumo, la producción y la conservación de la biodiversidad y cultura*, tesis Doctoral del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. España: Universidad de Córdoba.
- García de la Cadena, M., Giles, J.L.S., Clavijo, S.M.S. (2017). "Guía para el desarrollo de mercados de productores proyecto creación de cadenas cortas Agroalimentarias en la ciudad de México". Disponible en: <http://www.fao.org/3/i8096s/i8096s.pdf> (consultado: 22/10/2020).
- Garrido, C. y Vidal, M. (2008). *Formas de Organización y Estrategias de Comercialización de los Pequeños Productores del Nordeste Misionero (Ponencia)*. Argentina: Centro de Información de Actividades Porcinas. Universidad Nacional de Misiones.
- Gerritsen, P.R.W. (Coord.) (2021). *¿De dónde vienen los alimentos lo que comemos?* Guadalajara: CU Costa Sur. Cuadernos Sociológicos del CU Costa Sur 5.
- Gerritsen, P.R.W. y Morales H., J. (Ed.) (2007). *Respuestas locales frente a la globalización económica. Productos regionales de la Costa Sur de Jalisco, México*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara/ITESO/RASA. (Libro producido).

- González, Cabañas, A.A., Nigh, R., Pouzenc, M. (Coords.) (2020). "La comida de aquí". En: *Los retos y realidades de los circuitos cortos de comercialización*. San Cristobal de las Casas: CIMSUR, UNAM.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2020). "Tendencias y desafíos para el sistema agroalimentario: miradas antes y después del COVID 19", Blog de IICA. Disponible en: <https://blog.iica.int/blog/tendencias-desafios-para-sistema-agroalimentario-miradas-antes-despues-del-covid-19>, (consultado: 26/10/2020).
- INEGI-Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2020). "Mapa geoestadístico. Autlán de Navarro", México: LANDSAT. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/imgLANDSAT/default.html#Mapa> (consultado: 26/10/2020).
- iPES FOOD (International Panel Of Experts on Sustainable Food Systems) (2020). "El COVID-19 y la crisis en los sistemas alimentarios: Síntomas, causas y posibles soluciones". Disponible en: http://www.ipes-food.org/_img/upload/files/COVID-19_CommuniqueES%281%29.pdf (consultado: 27/10/2020).
- Kestemont, M.P. y Frassel, N. (2006). "Comercio justo y comercio ético: nuevas formas de relaciones comerciales", en *Puente @ Europa*, junio 2006, IV(2): 18-20.
- Mance, E. (2002). "Redes de colaboración solidaria". Disponible en: <http://www.solidarius.com.r/mance/biblioteca/redecolaboracao-es.pdf> (consultado: 26/10/2020).
- Monachon, D. y COUS-UNAM (Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad) (2020). "Resiliencia de las redes alimentarias alternativas ante la COVID-19". México. Disponible en: <https://unamglobal.unam.mx/?p=86852> (consultado: 18/05/2020).
- Morales, H., García, R., Mier y Terán, M., Escalona, M.A., Jarquín, R., Zepeda, L., Romero R. (2020). "Tianguis agroecológicos en tiempos de pandemia: Retos y esperanza", en *La Jornada del Campo*, 154. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2020/07/18/delcampo/articulos/tianguis-agroecologicos.html> (consultado: 11/11/2020).
- Ramonet, I. (2020). "La pandemia y el sistema-mundo". *Le Monde Diplomatique*, Argentina, en *Revista Comunicación*, 25(4):95-124.
- Robbins, M.J. (2015). "Exploring the 'localisation' dimension of food sovereignty", en *Third World Quarterly*, 36: 3, 449-468.
- Roldán, H.N., Gracia, M.A., Santana, M.E., Horbath, J.E. (2016). "Los mercados orgánicos en México como escenarios de construcción social de alternativas", en *POLIS, Revista Latinoamericana*, 15(43):1-18.
- Rosset P.M., Pinheiro Barbosa, L., Vally, V., McCune, N. (2021). "Critical Latin American agroecology as a regionalism from below", en *Globalizations* (2021): 1-18.

- Rovere, M. (1999). *Redes en salud; un nuevo paradigma para el abordaje de las organizaciones y la comunidad*. Argentina: Secretaría de Salud Pública/AMR, Instituto Lazarte (Reimpresión).
- Schermer, M., Renting, H., Oostindie, H. (2010). "Collective farmers' marketing initiatives in Europe: diversity, contextuality and dynamics". en *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 18(1) (2010): 1-11.
- Suárez, Q.M.S., Ruiz, S.O., De Jesús, E.R. (2020). "Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 febrero al 30 de abril de 2020", en *Revista Clínica Española*, 220(8): 463-471.
- Toledo, V.M. y Barrera-Bassols, N. (2017). "Political Agroecology in Mexico: A Path toward Sustainability", en *Sustainability* 2017(9): 268.

Pronósticos para la inversión y los costos ambientales tras el Covid-19 en México

Pablo Sigfrido Corte Cruz¹ y Pablo Torres Lima²

Resumen. Se estudian los pronósticos de los costos ambientales de México, considerando el papel de la inversión bruta antes y después de la enfermedad COVID-19. Se desarrollan tres modelos econométricos de series de tiempo, ARIMA, ARIMA-X y ARCH, en los cuales se toma en cuenta el papel de la tasa de interés en ambas variables. Los resultados muestran que la inversión hubiera aumentado sin pandemia, en comparación al resultado bajo la presencia de este virus a lo largo de 2020 y hasta 2021. Asimismo, se estudian los costos ambientales que pudieran incrementarse ante la presencia del SARS-COV2, en comparación al pronóstico previo a la presencia de la pandemia. Se concluye que el pronóstico de la Inversión Bruta, tras el COVID-19, presenta un comportamiento menor en comparación a un escenario sin enfermedad. Esta misma situación es verificable con la Tasa de Interés que presenta comportamientos más reducidos, contrario a su tendencia ascendente bajo la ausencia de la pandemia. De acuerdo con el pronóstico de los Costos Ambientales con ausencia de la enfermedad, al contrario de la Inversión Bruta, este muestra un comportamiento inferior en comparación cuando la enfermedad ocurre. Este tipo de estudios debe continuar en la medida que evoluciona la enfermedad y ante la espera de resultados del proceso nacional de vacunación en México.

Palabras Clave: Costos Ambientales, Inversión Bruta, Pronósticos de Series de Tiempo, COVID-19, México.

¹ Facultad de Economía, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, e-mail: pablo.corte@correo.buap.mx

² Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, e-mail: ptorres@correo.xoc.uam.mx

Abstract. *Forecasts of Mexico's environmental costs are studied, considering the role of gross investment before and after the COVID-19 disease. Three time series econometric models are developed, ARIMA, ARIMA-X and ARCH, in which the role of the interest rate in both variables is considered. The results show that the investment would have increased without a pandemic, compared to the result under the presence of this virus throughout 2020 and until 2021. Likewise, the environmental costs that could increase in the presence of SARS-COV2 are studied, compared to the forecast prior to the presence of the pandemic. It is concluded that the forecast of Gross Investment after COVID-19, presents a lower behavior compared to a scenario without disease. This same situation is verifiable with the Interest Rate, which shows lower trend, contrary to its upward trend in the absence of the pandemic. According to the prognosis of the Environmental Costs with absence of the disease, contrary to the Gross Investment, this shows a lower behavior compared to when the disease occurs. This type of study should continue as the disease evolves and pending the results of the national vaccination process in Mexico.*

Key words: *Environmental Costs, Gross Investment, Time Series Forecasts, COVID-19, Mexico.*

INTRODUCCIÓN

En 2019, la economía mundial registró su peor desempeño desde 2009, con una tasa de crecimiento de sólo 2.5%, y se preveía, antes de la pandemia, un crecimiento a la baja del PIB mundial para 2020 (CEPAL, 2020). A partir de la pandemia por COVID-19 se verificó la pronunciada caída de la economía mundial, y aunque la evolución de la enfermedad, el tamaño y persistencia de sus impactos económicos son muy inciertos, y son aún totalmente desconocidos, bajo el marco de posibles escenarios de desarrollo a mediano y largo plazos, se dificulta la formulación de respuestas apropiadas de política macroeconómica (McKibbin y Fernando, 2021). En la actualidad, se cuenta ya con efectos graves en el corto y el largo plazos tanto en la oferta, como la demanda, a nivel agregado y sectorial, cuya intensidad y profundidad han dependido de las condiciones internas de cada economía, el comercio mundial, la duración de la epidemia y las medidas sociales y económicas implementadas para prevenir el contagio (Baldwin y Weder, 2020).

Se refiere que, aunque las pérdidas de ingresos y las interrupciones de las cadenas de suministro local, asociadas con la pandemia, indudablemente han provocado un aumento de la inseguridad alimentaria en muchos países en desarrollo, el consumo mundial de alimentos no se ha visto afectado en gran medida debido a la demanda inelástica de la mayoría de los productos agrícolas y la corta duración del impacto.

Desde un punto de vista ambiental, los impactos de COVID-19 apuntan a una modesta reducción de los gases de efecto invernadero directos de la agricultura de alrededor de 1% o 50 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono en 2020 y 2021 (Elleby *et al.*, 2020).

De cualquier forma, se espera que la pandemia de COVID-19 afecte los mercados agrícolas durante la próxima década, a partir de que un crecimiento económico más lento podría afectar la seguridad alimentaria, los medios de vida agrícolas, las emisiones de gases de efecto invernadero y el comercio (OECD, 2020). Las repercusiones en política económica, derivadas del COVID-19, implican el conflicto entre el estrés fiscal que enfrentan las finanzas públicas en las economías emergentes y la necesidad de políticas económicas paliativas inmediatas, incluyendo tasas de inversión más eficientes (Hevia y Neumeyer, 2020). El COVID-19 sigue teniendo importantes efectos a corto plazo con posibles consecuencias graves a largo plazo para el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales en América Latina (López-Feldman *et al.*, 2020). La pandemia está poniendo a prueba el tejido socioeconómico y el liderazgo político de todos los países latinoamericanos (Blofield *et al.*, 2020).

En particular, la economía mexicana ha caído en 8.5% con una inflación aproximada del 3.15% (casi un punto porcentual por encima del año anterior), con un aumento en la tasa de interés de 4.25%, y una depreciación de la moneda frente al dólar de 5.13% (Banxico, 2020a). Asimismo, se estima que la respuesta fiscal de México al shock de COVID-19 ha sido modesta, y los gastos adicionales han ascendido al 0.2% del PIB para apoyar la atención médica y al 0.5% para proteger hogares y empresas (Hannan *et al.*, 2020). Del mismo modo, se estima que los efectos potenciales que la actual coyuntura sanitaria ha podido generar en los niveles de pobreza por ingresos en México corresponden al incremento entre 7.2 y 7.9 puntos porcentuales, con un respectivo incremento de la pobreza extrema por ingresos entre 6.1 y 10.7 millones de personas para 2020, mientras que para la pobreza laboral se estima un aumento de 37.3 a 45.8% en los primeros dos trimestres del 2020, conforme al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, s/f).

Ante los cambios socioeconómicos y ambientales causados por la pandemia de COVID-19 se han provocado numerosos impactos ambientales, tanto positivos, como la mejora de la calidad del aire y el agua en las zonas urbanas debido a restricción de casi todas las actividades económicas mundiales, así como negativos, como la contaminación de la costa debido a la eliminación de consumibles sanitarios (Cheval *et al.*, 2020). Sin embargo, los cambios ambientales para poblaciones urbanas y rurales no son permanentes y el nivel de contaminación puede volver a aumentar en el futuro (Farhan *et al.*, 2020). Como resultado, los estudios internacionales actuales (Stock, 2020;

Zaremba *et al.*, 2021) sugieren la necesidad de estudiar otros aspectos de la economía, tal vez considerados menos específicos pero no menos importantes, por ejemplo los costos ambientales. Si bien el análisis sobre el papel del medio ambiente y los recursos naturales en la economía no es nuevo, en la actualidad revierte su importancia debido a que los procesos de protección ante el agotamiento y degradación de los recursos naturales se hacen fundamentales para cualquier economía que busca visualizar mejores perspectivas a futuro, en comparación al presente que se vive. Se considera el hecho de que, si bien el agotamiento y la degradación de los recursos naturales juegan un papel importante en la economía, no se deja de lado que tienen un vínculo con diversas variables económicas, en especial, la inversión y la tasa de interés (Haro y Taddei, 2014).

A lo largo del estudio de la economía de los recursos naturales y del medio ambiente, se ha encontrado una variedad de investigaciones que muestran diversas metodologías estadísticas para analizar la relación de los recursos naturales con las variables económicas. En particular, los costos ambientales se están convirtiendo en una herramienta importante para tomar decisiones de gestión informadas, destinadas a armonizar la economía y el medio ambiente. Sin embargo, en la actualidad, aun con la existencia de una gran cantidad de desarrollos metódicos, no existe una base teórica sólida para la formación de indicadores ambientales que caractericen adecuadamente la interacción de la economía y el medio ambiente y la toma de decisiones económicas en todos los niveles (Egorova *et al.*, 2019).

Algunos estudios buscan destacar los beneficios o posibles perjuicios que muchas economías pueden obtener a causa de su riqueza natural. Existen autores (Gylfason y Zoega, 2002) que buscan mostrar, a través de información transversal, que los países con abundancia de recursos naturales, tal como lo es México, se ven afectados en sus condiciones económicas y financieras. De igual forma, se refiere, con información cruzada, que los países dedicados a la exportación de recursos naturales tienen tasas de crecimiento más bajo (Sachs y Warner, 1995). En particular, Barrón *et al.* (2013), a partir de datos panel, buscan demostrar las hipótesis anteriores para el caso de México, sin embargo, pareciera que no consideran los cambios de información a lo largo del tiempo en cada una de las entidades federativas, puesto que realizan un trabajo a partir de Mínimos Cuadrados Ordinarios como un método para encontrar los parámetros poblacionales en un modelo de regresión lineal. Asimismo, con información de corte transversal, Corte (2016) señala que la llamada “maldición” de los recursos naturales depende la perspectiva en la que se analice, sobre todo a partir de considerar que el comportamiento de las llamadas economías “altamente desarrolladas” (correlación positiva) es diferente a lo que se observa en América Latina, Asia y África (correlación negativa). Además de que estos resultados ofrecen una explicación de carácter más cualitativo que cuantitativo.

A partir de que la mayor parte de los estudios se basan en metodologías cualitativas (Saldívar *et al.*, 2002), principalmente bajo la consideración de crítica a las políticas económicas de los recursos naturales sin tomar en cuenta aspectos cuantitativos, sus resultados pueden ser materia de discusión en virtud de que existen diversas e importantes interrelaciones entre el medio ambiente y variables económicas. La presente nota de investigación, en lugar de buscar los coeficientes de medición de una variable con respecto a otra, incluye series de tiempo de las variables de Tasa de Interés, Costos Ambientales e Inversión Bruta, y su interrelación para el pronóstico de los costos ambientales, lo cual permite eliminar la necesidad de trabajar con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o con datos panel. Al considerar el papel de la inversión en los costos ambientales, se puede inferir el análisis del papel que juega la tasa de interés real en ésta, a fin de determinar los procesos autorregresivos, así como los elementos estacionales exógenos y, al mismo tiempo, la interrelación de los propios costos ambientales con la tasa de interés. Se refiere que la estimación precisa de los costos ambientales futuros puede ser importante para diversas actividades económicas, sin embargo, una forma de considerar cuán importante puede ser tal estimación es considerar el costo de equivocarse (Shifrin *et al.*, 2015). De esta forma, la finalidad de desarrollar pronósticos implica dos consideraciones: 1) el conocimiento de la evolución futura de la variable en estudio y su interrelación con respecto a otras variables que puedan afectar su comportamiento; y 2) sirve para la prevención de gastos necesarios y suficientes ante efectos nocivos, en este caso, ante la degradación y agotamiento de los recursos naturales y el medio ambiente tras la pandemia.

En este trabajo se presenta un ejercicio para el desarrollo de pronósticos de series de tiempo para el caso de los costos ambientales y la inversión bruta en México. En la siguiente sección se hace una exposición conceptual y técnica de la metodología que se utiliza para el desarrollo de pronósticos, enseguida se muestran los resultados principales y su discusión orientada hacia escenarios de política pública, para arribar finalmente a las conclusiones.

METODOLOGÍA

Modelos de Series de Tiempo: ARIMA y ARIMA-X

Los modelos ARIMA y ARIMA-X, si bien fueron desarrollados para el análisis y pronósticos de variables financieras, se ha demostrado que permiten el estudio de variables de series de tiempo que no son propias de la especulación, tal y como lo demuestran

Amaris *et al.* (2017). Este tipo de modelos pueden ser analizados para otros estudios que consideran la presencia de heterocedasticidad, a lo cual refiere a los llamados modelos ARCH-GARCH (Jaramillo *et al.*, 2007). Con ese tipo de modelos se pueden desarrollar pronósticos para variables como los costos ambientales que, si bien, no tienen elementos de especulación, dependen de las condiciones ambientales, así como de las disposiciones de las autoridades gubernamentales en los presupuestos públicos, además del papel que juegan los particulares.

Los modelos para el pronóstico de series de tiempo están basados en la metodología Box-Jenkins, que consta de cuatro etapas: Identificación, Estimación, Diagnóstico y Pronóstico (Becketti, 2020). La utilización de este tipo de modelos ha sido fundamental para trabajos de pronósticos financieros y precios de diversos bienes, así como de algunos comportamientos de variables económicas (Mejía *et al.*, 2017; Flores, 2017). El proceso de identificación del modelo determina los procesos Autorregresivos (AR), de Media Móvil (MA) y de Integración (I), que en conjunto depende del grado de estacionariedad de la variable en cuestión.

La nomenclatura que se utiliza en este trabajo permite ver el desarrollo de los procesos de identificación del modelo (Rosales, 2016). De esta forma, un modelo autorregresivo de orden uno, AR(1), se expresa de la siguiente manera:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + e_t \quad (1),$$

mientras que un modelo AR(2):

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + e_t \quad (1a),$$

y, por tanto, un AR(p):

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t \quad (1b),$$

o, en todo caso:

$$\Phi^p Y_t = e_t \quad (1c)$$

donde Y_t representa a los Costos Ambientales y a la Inversión Bruta.

Para el caso de un modelo Autorregresivo en los errores (o de Medias Móviles de orden uno, MA(1)), se expresa:

$$Y_t = e_t + \theta_1 e_{t-1} \quad (2),$$

mientras que el modelo MA(2):

$$Y_t = e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} \quad (2a),$$

así, MA(q) queda representado:

$$Y_t = e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} = \Theta^q e_t \quad (2b)$$

En particular, el modelo ARIMA (p, d, q), se formula como:

$$\Phi^p \Delta^d Y_t = \Theta^q e_t \quad (3)$$

donde Φ^p y Θ^q representan los procesos autorregresivos en Y_t y en e_t , respectivamente, mientras que Δ^d es el grado de integración dado por las diferencias que determinan la estacionariedad de la variable. Si $\Phi^p < 1$ y $\Theta^q < 1$, entonces, se refiere que hay convergencia, por lo que hay confiabilidad en el desarrollo de pronósticos (Rosales, 2016).

Para determinar el grado de integración de las variables, se requiere realizar la prueba para determinar si la variable es estacionaria. Para dicha acción se requiere la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF) (Montero, 2013), esto es, bajo el supuesto de que se corre un proceso de MCO con un proceso autorregresivo de orden 1:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \quad (4)$$

en el cual, si $\rho = 0$, es decir, al no ser significativo, es un indicativo de que la variable en cuestión no es estacionaria, por lo que se requiere de algún grado de integración, a través del proceso de diferencias. Si fuera diferente de cero, entonces es estacionaria de grado cero, por lo que no se requiere de ningún grado de integración.

Para el caso del modelo ARIMA-X, con el mismo nivel de orden, se expresa al determinar el operador diferencia de la variable de estudio (Δ^d):

$$\Phi^p \Delta^d Y_t = \Sigma \beta X_t + \Sigma \delta D + \Theta^q e_t \quad (5)$$

en el cual, β es el vector de coeficientes de las variables dependientes X_t y, δ es el vector correspondiente a las variables dummy (D), que ayudan a detectar la estacionariedad

exógena. Si Y_t se refiere a los costos ambientales, entonces, las variables X_t representan a la Inversión Bruta y a la Tasa de Interés Real, mientras que las D son doce variables binarias que representan, cada una, los meses de cada año.

En suma, los modelos ARIMA y ARIMA-X ayudan a realizar pronósticos sobre el comportamiento de las variables correspondientes para periodos futuros, lo cual permite analizar si los costos ambientales dependen de la inversión bruta y la tasa de interés real.

Modelos de Series de Tiempo: ARCH (GARCH)

Al determinar el modelo ARIMA-X, se deben de considerar los efectos de los residuos que, por lo general, tienen comportamientos irregulares y presentan problemas de heterocedasticidad. De tal forma, los modelos ARCH se desarrollan a partir de considerar la presencia de heterocedasticidad en los residuos. Al identificarse dicha condición se puede detectar la volatilidad de la variable, tal como lo refiere Quintana y Mendoza (2016), que enseguida se indica:

$$\Delta^d Y_t = \beta X_t + u_t \quad (6)$$

$$\text{Var}(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2$$

el cual se puede determinar como el modelo ARCH(1), puesto que la varianza depende de los residuos del periodo anterior al cuadrado. Así, al considerar un número indeterminado de rezagos para los residuos al cuadrado, un proceso ARCH se describe:

$$\Delta^d Y_t = \beta X_t + u_t \quad (7)$$

$$\text{Var}(u_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum \alpha_i u_{t-i}^2$$

A partir del modelo ARIMA-X, como parte del ARCH, que corresponde al manejo de las variables consideradas, se cuenta con un proceso que, a partir del programa estadístico STATA (2019), sería:

$$\Phi^p \Delta^d Y_t = \sum \beta X_t + \sum \delta D + \Theta^q e_t + \alpha_0 + \sum \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (8)$$

Con ello se obtendrían los elementos necesarios para el desarrollo de pronósticos más eficientes con respecto a las variables consideradas. A partir de la naturaleza de las va-

riables, en la medida que en alguna de las dos variables (Inversión y Costos Ambientales) no exista evidencia de heterocedasticidad, sólo se establece el modelo de pronóstico a partir del ARIMA-X.

Fuentes y Manejo de Información

Ante el contexto de que diversos países han buscado mediciones de sus economías a partir de variables macroeconómicas que sean alternativas al Producto Interno Bruto (PIB), desde 1991, México ha desarrollado diversas metodologías estadísticas para determinar el PIB y el Producto Interno Neto Ecológico (PINE), y ha construido el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM). Esta nueva medición no sólo se ocupa de la medición de la producción, sino también del gasto y desgaste de los bienes materiales y naturales que se ocupan en los procesos productivos (Inegi, 2018). En particular, el PINE se calcula:

$$\text{PINE} = C + \text{IN} + G + (X - M) - \text{CAmb} \quad (9)$$

donde C es el consumo privado, IN la inversión neta (Formación Bruta de Capital Fijo menos la depreciación), G el consumo del gobierno, X las exportaciones, M importaciones y CAmb los costos ambientales. Particularmente, los Costos Ambientales se conforman por los Costos por Agotamiento (CAg) y los Costos por Degradación (CDeg):

$$\text{CAmb} = \text{CAg} + \text{CDeg} \quad (10)$$

Los Costos por Agotamiento se refieren a los que se dan por el agotamiento de hidrocarburos (incluyendo el petróleo), recursos forestales y agua subterránea, los que representaron 0.5% del PIB de 2018 (Inegi, 2019). Los Costos por Degradación son los referentes a la degradación del suelo, contaminación por residuos sólidos, contaminación atmosférica y contaminación del agua, que significaron 3.8% del PIB del mismo año (Inegi, 2019).

Los Costos Ambientales son aquellos que cargan todas las partes involucradas en el sistema productivo: los hogares, las empresas, el sector externo y la autoridad pública. En este sentido, los gastos que realiza exclusivamente el gobierno corresponde a los Gastos de Protección Ambiental (GPA), mientras que los costos ambientales son los propios GPA, más lo que pagan los particulares.

La información correspondiente a los Costos Ambientales se obtuvo de los datos anuales, de 2003 al 2018, del Inegi. Dicha información, se transformó a información

trimestral y posteriormente a mensual, con la metodología que se explica más adelante. Para la Inversión Bruta, se recurrió a la información del Banco de Información Económica (BIE) (Inegi, s/f), cuya secuencia es trimestral. En lo que se refiere a los pronósticos de los Costos Ambientales, primero se tomó la información de 2003 a 2018 a fin de considerar las condiciones previas a la pandemia actual, posteriormente, se localizó la información disponible del primer trimestre de 2020 a fin de examinar el comportamiento de la información a inicios de la contingencia sanitaria mundial.

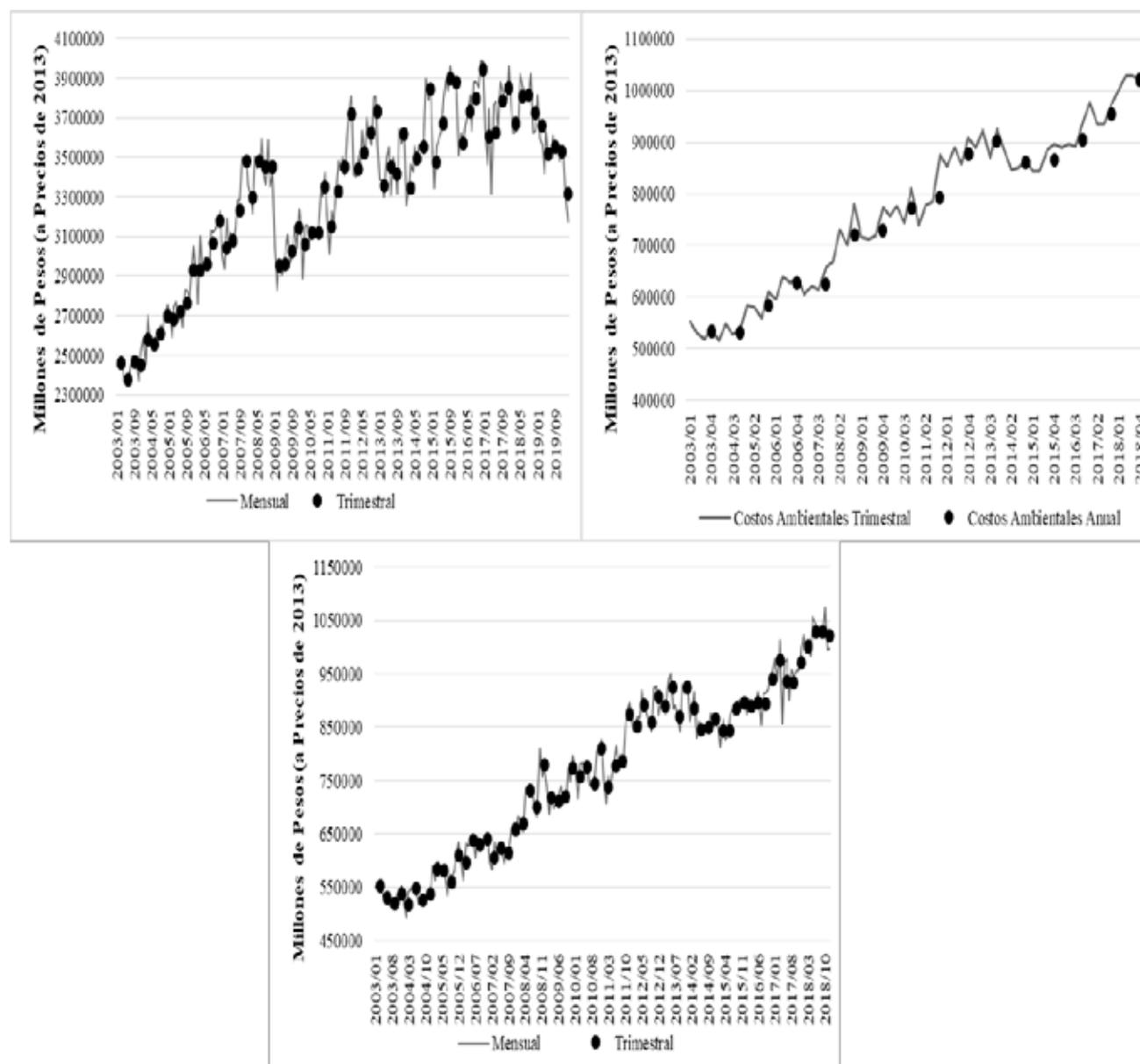
Con respecto a la tasa de interés (i), se obtuvieron los datos de los Certificados de la Tesorería (Cetes) (Banxico, s.f.) a 28 días, la cual es la tasa de referencia para las instituciones de crédito. La secuencia de esta información fue mensual y, al igual que la inversión, se consideró hasta 2018, previo a la situación sanitaria, y hasta julio de 2020. La información de la tasa de interés se transformó en sus valores reales, es decir, se le transformó con la tasa de inflación (π) de la siguiente manera:

$$r = (i - \pi)/(1 + \pi) \quad (11)$$

donde r representa a la tasa de interés real.

En virtud de que existe información con secuencia diversa (datos anuales, trimestrales y mensuales), para uniformar los datos bajo una misma estructura de tiempo se utilizó el Filtro de Kalman (Elizondo, 2012); para la conversión del PIB trimestral a mensual (índice de volumen físico de la inversión fija bruta), se realizó a partir del Indicador Global de Actividad Económica (IGAE). En la Figura 1-A se presentan los datos originales que, en su mayoría, coinciden con los datos mensuales, lo cual permite identificar la confiabilidad de la conversión para el desarrollo de pronósticos de esta variable. La importancia de este método implica que no se parte de relaciones lineales, sino que se muestran variaciones mensuales entre cada uno de los puntos trimestrales. Respecto a los Costos Ambientales, la conversión de información anual a trimestral tomó como base la información del consumo privado, debido a que la degradación y agotamiento de los recursos naturales incluidos, por la misma definición del SCEEM, pueden ser considerados como tal, es decir, los costos ambientales se pueden definir como consumo. Si bien, en la Figura 1-B se muestra que la información anual no coincide totalmente con la trimestral, la mayoría de los puntos oscuros concurren en la zona de la información trimestral. Para la conversión de datos trimestrales a mensual se utilizó como base al Indicador Mensual del Consumo Interior (Figura 1-C). Mediante el uso del Filtro de Kalman se identifica que las conversiones son confiables para los procesos de pronóstico de series de tiempo.

Figura 1. Conversión de: (A) inversión bruta de trimestral a mensual; (B) costos ambientales de anual a trimestral, y (C) costos ambientales de trimestral a mensual



Fuente: Elaboración propia con datos de BIE-INEGI. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

Para remarcar la diferencia del comportamiento de los Costos Ambientales, antes y después de la enfermedad del COVID-19, se consideran los comportamientos de la inversión y la tasa de interés, primero hasta diciembre de 2018, tiempo hasta donde llega la información ambiental referente; después, hasta lo transcurrido del año 2020. Estos son los datos con los que se contaba hasta el momento de este ejercicio, sobre todo a partir de su importancia en el comportamiento de los propios datos cuando no se presumía la existencia de la pandemia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados Previos

Una de las preocupaciones más importantes que tiene los gobiernos nacionales consiste en crear las condiciones suficientes para generar la inversión al interior de su economía. En México, a raíz de la crisis económica que azotó a mediados de los años noventa, se han establecido mecanismos para atraer el capital, principalmente el que proviene del exterior, aprovechando las oportunidades que ofrecen los acuerdos comerciales firmados con otros países, principalmente, con Estados Unidos y Canadá (Arellanes, 2014). Ante dicho contexto, se han abierto las barreras políticas para la explotación de recursos naturales por parte de particulares. Por ejemplo, desde mediados de los años ochenta, la concesión para la explotación de minas de carbón en áreas rurales, por parte de particulares, ha sido una constante que permanece a la fecha.

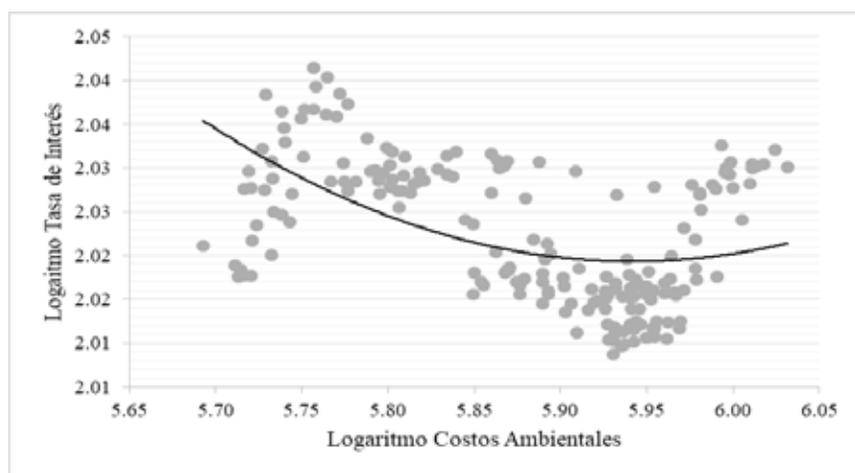
A finales de los años ochenta y principios de los noventa, el gobierno federal da fin al reparto agrario y las políticas al sector rural se transforman en asistencialistas, en la medida que orientan para que los pequeños productores no se acerquen al mercado a fin de no desvirtuar los precios. Este tipo de programas sólo beneficiaron la subcontratación de campesinos a empresas privadas, tanto transnacionales como multinacionales, por medio de contratos que obligan a entregar una cantidad determinada de producto a dichos consorcios (Rubio y Moguel, 2018).

Con el cambio de gobierno (y partido político) a inicios de este siglo, las políticas se intensificaron para apoyar a las empresas que, lejos de proteger a los recursos naturales y el medio ambiente, los explotaron de manera desmedida por medio de políticas arancelarias, sobre todo en el caso del petróleo y otros hidrocarburos (Tah, 2019). Así, durante la primera década del siglo actual, se concesionaron grandes extensiones de territorios rurales en diversas zonas del país para realizar proyectos energéticos: desde hidroeléctricas, paneles de energía solar y eólicas, entre otras (Sener, 2016). Estas conce-

siones fueron los precedentes, para que en el año 2013 se realizara la llamada Reforma Energética, abriendo la explotación petrolera y eléctrica al sector privado, tanto interno como externo, para la obtención de ganancias, así como la extensión de tiempo en los parques de energías alternativas. De igual manera, a lo largo de la última década, se han otorgado permisos de explotación minera a cielo abierto a particulares, principalmente a empresas chinas y canadienses. Se supone que con las políticas señaladas, la inversión tienda a incrementarse, además de controlar las tasas de interés.

La relación de los Costos Ambientales, con respecto a las Tasas de Interés, es similar a la de la Inversión Bruta, en el sentido de que a pesar de encontrar una relación negativa, la información no es concluyente debido a la dispersión de los datos existentes (Figura 2).

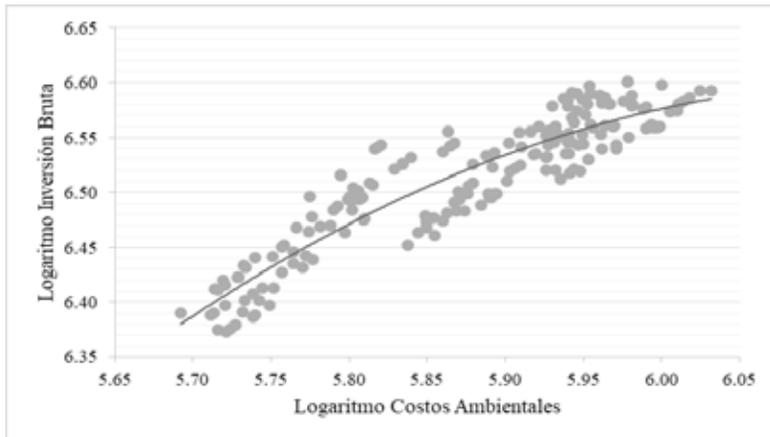
Figura 2. Relación entre Tasa de Interés y Costos Ambientales, 2003-2018



Fuente: Elaboración propia con datos del SCEEM-INEGI, <https://www.inegi.org.mx/temas/ee/> y del Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx>

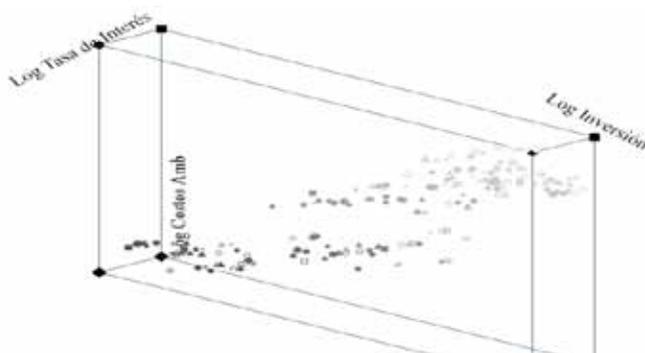
Sin embargo, en la Figura 3, se visualiza una relación positiva entre los Costos Ambientales y la Inversión Bruta, en la cual, pareciera que el ajuste entre ambas variables es consistente, es decir, pareciera que la variable ambiental puede ser explicada por el comportamiento de la inversión. Asimismo, en la Figura 4 se muestra un gráfico de dispersión entre la Tasa de Interés con respecto a la Inversión Bruta y los Costos Ambientales; estas últimas dos variables muestran una relación positiva entre sí.

Figura 3. Relación entre Costos Ambientales e Inversión Bruta, 2003-2018



Fuente: Elaboración propia con datos de BIE-INEGI, <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> y SCEEM-INEGI, <https://www.inegi.org.mx/temas/ee/>.

Figura 4. Relación de la Tasa de Interés con la Inversión Bruta y los Costos Ambientales



Fuente: Elaboración propia en STATA 16, con datos de BIE-INEGI, <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, SCEEM-INEGI, <https://www.inegi.org.mx/temas/ee/> y Sistema de Información Económica, <https://www.banxico.org.mx>

Por desgracia, las políticas aplicadas han afectado los recursos naturales y, en general, al medio ambiente, por lo que el cálculo de los Costos Ambientales ha permitido visualizar, de cierta manera, el daño ambiental, no sólo de los hogares y autoridades públicas, sino también del sector privado y su corresponsabilidad al daño ambiental. Cabe destacar que, aun con el diseño e instrumentación de políticas bajo el marco de una “Economía Verde e Incluyente”, lo cierto es que los proyectos puestos en marcha, en lugar de beneficiar, han perjudicado y excluido a muchos grupos sociales, sobre todo a los dedicados a las actividades del sector primario (Corte y Sandoval, 2018), quienes han visto reducido la calidad ambiental de sus recursos para las actividades agroproductivas. En este sentido, se refiere a la calidad ambiental como una particular conjunción de elementos tanto de presión (i.e. desmontes), como naturalidad o grado de intervención del ser humano, y se considera como un balance de los efectos de la presión sobre el estado del territorio o recurso natural (Torres *et al.*, 2008).

Resultados de Pronósticos

Previo al pronóstico de las variables Tasa de Interés, Inversión Bruta y Costos Ambientales, se llevó a cabo un diagnóstico mediante la prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA) para cada una de ellas, con el fin de comprobar si presentaban algún grado de estacionariedad. En primer lugar, se realizó la correspondiente a la Tasa de Interés, la cual implica que se determina a través de la primera diferencia. De igual manera, se procedió con la prueba correspondiente a la Inversión Bruta, que también resultó ser estacionaria de grado uno. La probabilidad estadística indicó la misma situación que la correspondiente a la variable de Tasa de Interés (Cuadro 1). Con respecto a los Costos Ambientales, al igual que las dos variables anteriores, sólo es estacionaria al determinar la primera diferencia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba Dickey-Fuller Aumentada de Raíz Unitaria para Tasa de Interés, Inversión Bruta y Costos Ambientales

Variable: Logaritmo de la Tasa de Interés			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-2.150	-3.474	-2.883	-2.573
Probabilidad Z(t): 0.2248			
Variable: Diferencial del Logaritmo de la Tasa de Interés			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-9.037	-3.474	-2.883	-2.573
Probabilidad Z(t): 0.0000			
Variable: Logaritmo de la Inversión Bruta			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-2.490	-3.475	-2.883	-2.573
Probabilidad Z(t): 0.1179			
Variable: Diferencial del Logaritmo de la Inversión Bruta			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-13.913	-3.475	-2.883	-2.573
Probabilidad Z(t): 0.0000			
Variable: Logaritmo de los Costos Ambientales			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-1.198	-3.480	-2.884	-2.574
Probabilidad Z(t): 0.6746			
Variable: Diferencial del Logaritmo de los Costos Ambientales			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-14.844	-3.480	-2.884	-2.574
Probabilidad Z(t): 0.0000			

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en STATA 16.

Aunado a lo anterior, se buscó determinar si existe alguna relación espuria entre las variables mencionadas, esto es, a partir de determinar si los residuos de la regresión entre dos variables es estacionaria o no. En el Cuadro 2, se muestran las pruebas Dickey-Fuller Aumentada para detectar la estacionariedad de los residuos después de cada uno de los casos. En primer lugar, se encuentra el caso de la regresión de los Costos Ambientales con respecto a la Inversión Bruta; en dicho caso, los residuos pueden ser estacionarios a un nivel de significancia del 5%, lo cual pudiera señalar que la relación entre estas dos variables implica cointegración.

Cuadro 2. Resultados de los Residuos para detectar Cointegración entre Variables

Variable dependiente: Logaritmo Costos Ambientales			
Variable Independiente: Logaritmo de la Inversión Bruta			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-2.894	-3.480	-2.884	-2.574
Probabilidad Z(t): 0.0461			
Variable dependiente: Logaritmo Costos Ambientales			
Variable Independiente: Logaritmo de la Tasa de Interés			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-0.896	-3.480	-2.884	-2.574
Probabilidad Z(t): 0.7893			
Variable dependiente: Logaritmo Inversión Bruta			
Variable Independiente: Logaritmo de la Tasa de Interés			
Prueba Estadística	Valores Estadísticos de Dickey-Fuller		
	1%	5%	10%
-2.357	-3.480	-2.884	-2.574
Probabilidad Z(t): 0.1542			

Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en STATA 16.

Para el segundo caso, como resultado de la regresión de los Costos Ambientales con respecto a la Tasa de Interés, los residuos no son estacionarios, aun cuando tienen el mismo grado de integración, lo cual indica que al buscar una relación entre estas variables para los pronósticos, los resultados no serían los adecuados al no estar cointegradas. Para la última regresión, la correspondiente a la Inversión Bruta con respecto a la Tasa de Interés, los residuos tampoco llegaron a ser estacionarios, puesto que sobrepasan ligeramente el nivel de significancia del 10%, por lo que indica espuriedad entre estas variables.

Sin embargo, se busca revisar el comportamiento entre estas variables para analizar el desarrollo de los pronósticos, debido a que se está en el límite entre la definición entre si están cointegradas o no.

El siguiente paso fue ubicar los procesos AR y MA de la variable estacionaria. Mediante la realización de un correlograma (Cuadro 3), se pudo determinar la autocorrelación parcial (PAC) que especifica a los propios procesos de autoregresivos de la variable en cuestión. De igual manera, se analizó la autocorrelación (AC) para la autoregresión para los errores (MA). Mediante ensayo-prueba-error y las pruebas de raíz unitaria (Figura 5), se definieron los modelos, que se exponen en los Anexos 1, 2 y 3.

Cuadro 3. Resultado de Correlograma y determinación de los procesos AR y MA

Rezagos	Inversión		Tasa de Interés		Costos Ambientales	
	AC	PAC	AC	PAC	AC	PAC
1	-0.3247	-0.3247	-0.0318	-0.0319	-0.3918	-0.3918
2	-0.0689	-0.1984	0.1359	0.1356	-0.0678	-0.2662
3	0.1261	0.0428	0.0133	0.0224	0.1056	-0.0388
4	-0.2659	-0.2576	-0.0285	-0.0463	-0.2776	-0.3352
5	0.1068	-0.0629	0.0562	0.0415	0.1559	-0.1354
6	0.0013	-0.0647	-0.1969	-0.1877	0.0708	-0.0153
7	0.0256	0.0562	0.0196	-0.0184	0.0782	0.2012
8	-0.1365	-0.2232	0.0523	0.1026	-0.1628	-0.1081
9	0.1008	0.0113	-0.0152	0.0098	0.0871	0.0665
10	-0.1842	-0.2736	-0.0177	-0.0545	-0.1589	-0.1537
11	-0.0200	-0.1578	-0.093	-0.0793	-0.0574	-0.1823
12	0.4732	0.3909	0.2214	0.2077	0.3539	0.1545
	AR: 1, 2, 4, 8, 10, 11, 12		AR: 1, 6, 8, 12		AR: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12	
	MA: 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12		MA: 2, 6, 12		MA: 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12	

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recordar que, tanto para la Tasa de Interés como para la Inversión Bruta se hacen dos cortes estadísticos conforme a la información existente al realizar el presente estudio: el primero, que abarca hasta diciembre de 2018, relativo a los datos de los Costos Ambientales. El segundo corte se abarcó hasta el momento en que se recabó la información en las fuentes mencionadas. Se realizaron una serie de procesos, incluyendo el ARIMA y el ARCH, pero el más confiable en resultados, para el primer corte de información fue el modelo ARIMA-X, donde se muestra la presencia de cierta estacionariedad exógena (ver Anexo 1).

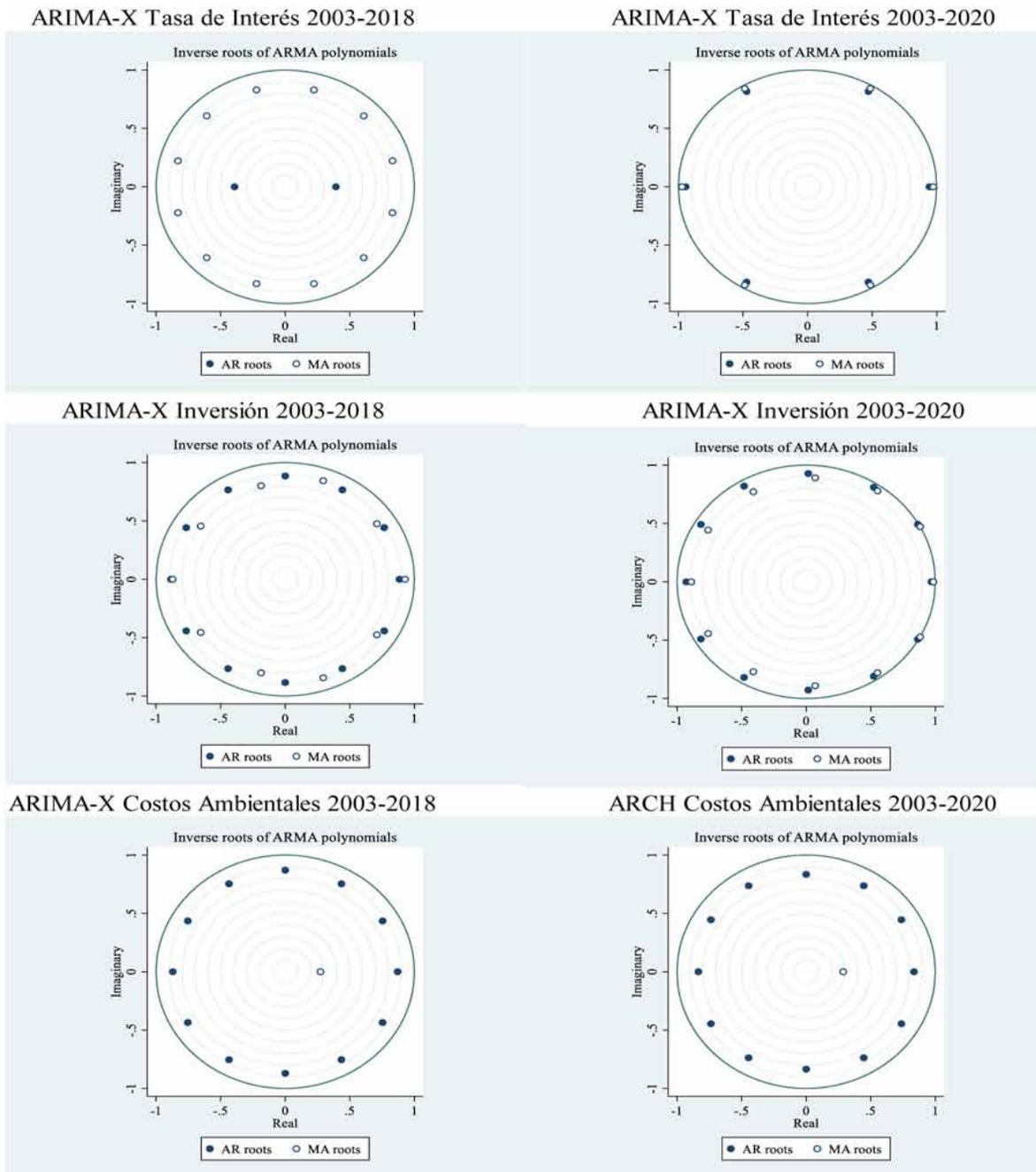
Cabe destacar, que si no existiera la pandemia de COVID-19, la Tasa de Interés seguiría con su tendencia ascendente, sin embargo, ante la presencia de dicha enfermedad, es visible su caída, lo que de seguir así, puede afectar a la inversión de cartera (ver Figura 6). Sin embargo, por otro lado, se debe destacar que el Banco de México decidió reducir las tasas de referencia a fin de proteger a la economía de una expansión inflacionaria (Banxico, 2020b).

Anexo 1. Resultados Modelos ARIMA-X para Tasa de Interés

Variable dependiente: Diferencial Logaritmo Tasa de Interés, 2003-2018		Variable dependiente: Diferencial Logaritmo Tasa de Interés, 2003-2020	
Variables Independientes	Coefficientes	Variables Independientes	Coefficientes
Febrero	0.0027**	Enero	-0.0024*
	(0.0012)		(0.0007)
	[2.09]		[-3.40]
Abril	0.0031*	Febrero	0.0027*
	(0.0011)		(0.0008)
	[2.81]		[3.52]
Mayo	0.0019***	Abril	0.0025*
	(0.0011)		(0.0007)
	[1.76]		[3.63]
		Junio	-0.0049*
			(0.0014)
			[-3.57]
		Diciembre	0.0037*
			(0.0010)
			[3.87]
ARMA			
AR(2)	0.1539**	AR(6)	0.7046*
	(0.0650)		(0.1745)
	[2.37]		[4.04]
MA(12)	0.1628**	MA(6)	-0.8486*
	(0.0727)		(0.1480)
	[2.24]		[-5.73]
/sigma	0.0042*	/sigma	0.0040*
	(0.0002)		(0.0001)
	[23.40]		[32.50]
() Error Estándar OPG, [] Estadístico z			
Significativos: (*) al 1%, (**) al 5%, (***) al 10%			

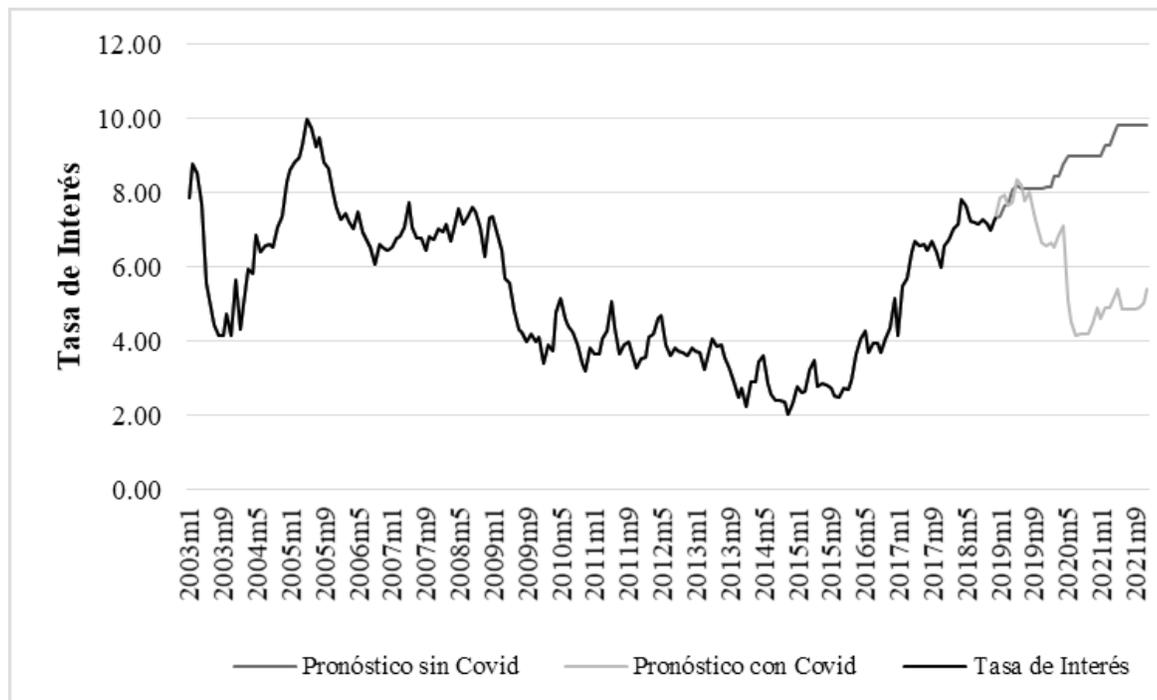
Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados en STATA 16.

Figura 5.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados.

Figura 6. Pronósticos de Tasa de Interés



Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados.

Respecto al comportamiento de la Inversión Bruta, el proceso se verifica durante el primer corte, en particular el papel que juega la tasa de interés en la inversión. Sin embargo, esto no se hace notar para la versión extendida para marzo del 2020, lo cual pudiera reafirmar la relación espuria de estas variables hasta este segundo corte de la información. Al momento de buscar los modelos para el pronóstico de esta variable, no se detectó la presencia de heterocedasticidad, por lo que no es posible realizar un modelo del tipo ARCH (ver Anexo 2). En la Figura 7, se puede notar que, ante la ausencia del COVID-19, la inversión se hubiera mantenido al mismo nivel que en los años anteriores del año 2018 y, con presencia de la enfermedad, se identifica una ligera caída en comparación al otro escenario expuesto. Los pronósticos, tanto de la Tasa de Interés como de la Inversión Bruta, bajo la condición de la pandemia, son consistentes con la información que otorgan los datos oficiales al momento en que se está realizando el presente documento, por lo que, también hay confianza en los resultados de estas dos variables bajo ausencia de la

enfermedad. Se reporta que en 2020, se ablandaron las condiciones para otorgar crédito a los productores agrícolas en varios países de América Latina y el Caribe, con reducción de las tasas de interés, otorgando garantías y dando otras facilidades de reprogramación financiera, y los presupuestos de varios ministerios de agricultura se expandieron en respuesta a la pandemia. No obstante, en México y Brasil esos presupuestos sufrieron recortes importantes en 2020 con relación a los valores de 2019, de 27% y 21%, respectivamente (CEPAL-FAO-IICA, 2021).

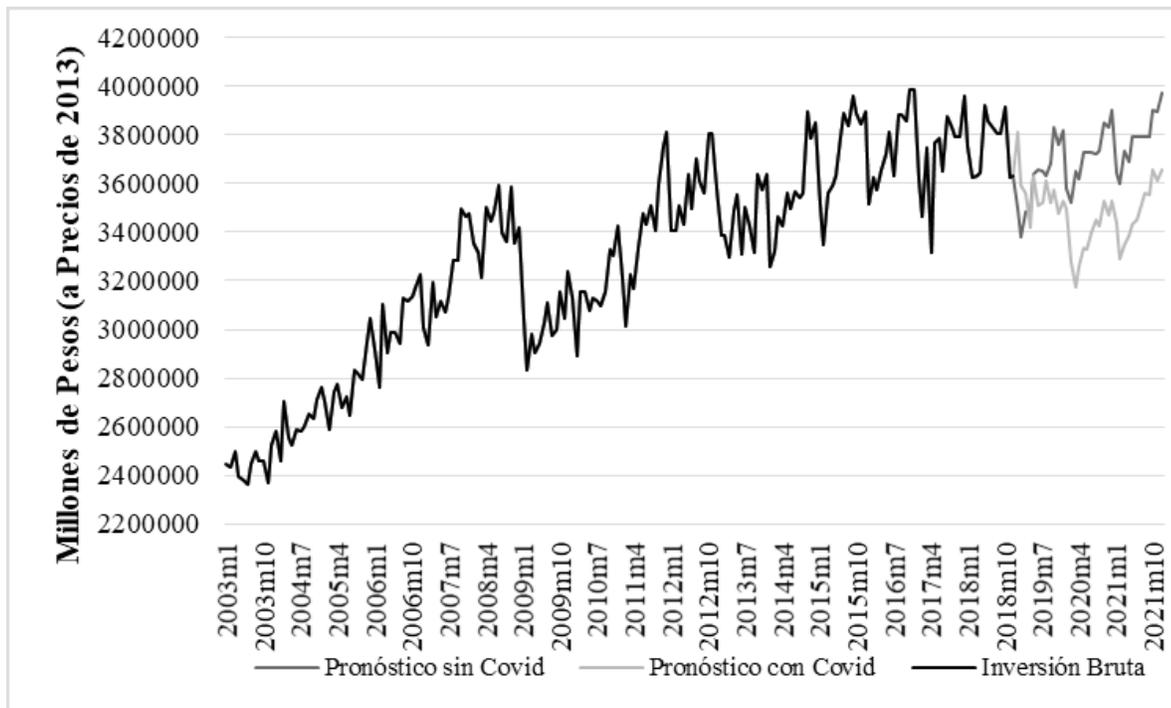
Anexo 2. Resultados Modelos ARIMA-X Inversión Bruta

Variable dependiente: Diferencial Logaritmo Inversión Bruta, 2003-2018		Variable dependiente: Diferencial Logaritmo Inversión Bruta, 2003-2020	
Variables Independientes	Coefficientes	Variables Independientes	Coefficientes
Pronóstico del dif Log Tasa de Interés	-4.3701* (1.5606) [-2.80]		
Enero	-0.0711* (0.0081) [-8.74]	Enero	-0.0392* (0.0106) [-3.69]
Marzo	0.0378* (0.0099) [3.81]	Febrero	-0.0325* (0.0137) [-2.38]
Mayo	0.0352* (0.0103) [3.43]	Marzo	0.0349* (0.0110) [3.16]
Octubre	0.0272* (0.0096) [2.84]	Octubre	0.0306** (0.0129) [2.37]
Diciembre	0.0191*** (0.0105) [1.83]	Diciembre	0.0237*** (0.0128) [1.85]
ARMA			
AR(12)	0.2302* (0.0762) [3.02]	AR(1)	0.2574* (0.0825) [3.12]

			0.1116**
		AR(2)	(0.0544)
			[2.05]
			-0.2012*
		AR(4)	(0.0617)
			[-3.26]
			0.5832*
		AR(12)	(0.0806)
			[7.23]
MA(1)	-0.3818*	MA(1)	-0.7716*
	(0.0693)		(0.0986)
	[-5.51]		[-7.83]
MA(3)	0.1382***	MA(3)	0.2271**
	(0.0733)		(0.0894)
	[1.89]		[2.54]
MA(4)	-0.2470*	MA(12)	-0.3763*
	(0.0871)		(0.0790)
	[-2.84]		[-4.76]
MA(10)	-0.2030*		
	(0.0815)		
	[-2.49]		
/sigma	0.0306*	/sigma	0.0308*
	(0.0015)		(0.0019)
	[20.08]		[16.65]
() Error Estándar OPG, [] Estadístico z			
Significativos: (*) al 1%, (**) al 5%, (***) al 10%			

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos calculados en STATA 16.

Figura 7. Pronóstico Inversión Bruta



Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados.

Con respecto a los Costos Ambientales, que considera el papel de la inversión antes del COVID-19, el modelo más eficiente fue nuevamente ARIMA-X, a pesar de que se muestra la presencia de heterocedasticidad en la variable ambiental, debido a que los procesos ARCH-GARCH no resultan ser estadísticamente significativos. Lo cierto es que el modelo ARCH de orden 1 resulta más eficiente para el caso extendido, considerando el papel de la inversión bajo las condiciones de la pandemia actual (ver Anexo 3).

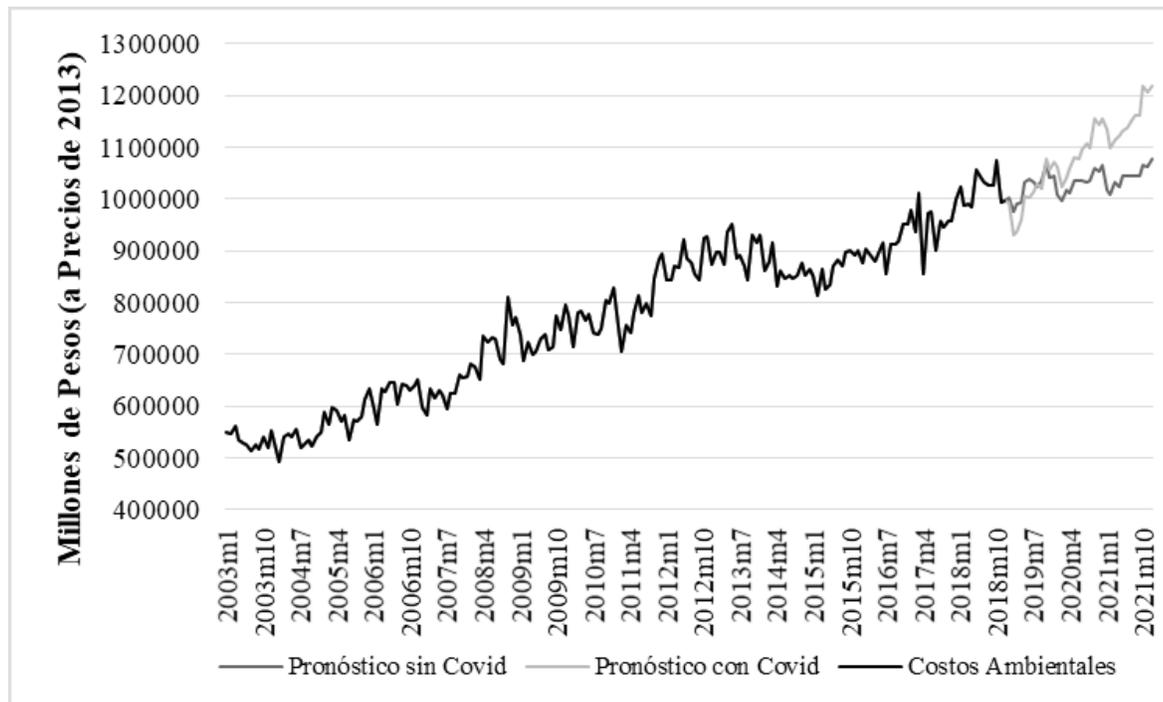
Si se considera que los resultados de la Inversión Bruta, con enfermedad y sin ella, son consistentes, entonces, se puede señalar que los correspondientes a los Costos Ambientales son una buena señal de lo que está ocurriendo en dicho rubro. Se observa que, sin la condiciones de COVID-19, el comportamiento de la variable ambiental es menor, en comparación al caso de considerar el papel que juega la enfermedad en estos momentos (Figura 8).

Anexo 3. Resultados Modelos ARIMA-X y ARCH Costos Ambientales

Variable dependiente: Diferencial Logaritmo Costos Ambientales			
Variabes Independientes	Coefficientes	Variabes Independientes	Coefficientes
Pronóstico del dif Log Inversión 2003-2018	0.6800*	Pronóstico del dif Log Inversión 2003-2020	0.5680*
	(0.1013)		(0.1100)
	[6.71]		[5.16]
		Septiembre	-0.0199*
			(0.0109)
			[1.84]
ARMA			
AR(12)	0.1890**	AR(4)	-0.1801**
	(0.0753)		(0.0743)
	[2.51]		[-2.42]
		AR(12)	0.1782**
			(0.0722)
			[2.47]
MA(1)	-0.2727*	MA(1)	-0.3088*
	(0.0901)		(0.1006)
	[-3.03]		[-3.07]
/sigma	0.0367*	ARCH(1)	0.2467**
	(0.0016)		(0.1160)
	[22.97]		[2.12]
() Error Estándar OPG, [] Estadístico z			
Significativos: (*) al 1%, (**) al 5%, (***) al 10%			

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos calculados en STATA 16.

Figura 8. Pronósticos de Costos Ambientale



Fuente: Elaboración propia a partir de datos calculados.

Este hecho pudiera señalar que, ante la presencia de la enfermedad, los daños ambientales pudieran ser mayores, en primer lugar, debido a la urgencia sanitaria en la que están enfocados los esfuerzos, tanto del sector público como del privado, para resolver dicha contingencia. En segundo lugar, debido a que, por la misma razón, es un estado temporal en que muchas personas se dedican a actividades dañinas al medio ambiente y, por tanto, la probabilidad de que tengan una sanción es menor. En tercer lugar, si bien las autoridades ambientales son consideradas como parte de las actividades esenciales que no pueden dejar sus labores de manera momentánea, también se observa que el cierre de reservas naturales implica un mayor gasto para su mantenimiento. Asimismo, el confinamiento de algunos sectores poblacionales obliga a muchos a dejar las zonas urbanas y regresar con sus familias en las zonas rurales, por lo que se incrementa la utilización de recursos para el autoconsumo. Por ejemplo, se reporta que la pandemia de COVID-19 ha afectado particularmente el suministro de alimentos perecederos como las verduras, lo

que podría afectar negativamente la seguridad alimentaria y nutricional. Debido a esto, pequeños agricultores, ante los desafíos para acceder a insumos agrícolas y almacenar o vender vegetales frescos producidos, han reducido la producción de hortalizas orientada al mercado, produjeron más hortalizas para el consumo propio, agregaron valor a través del procesamiento y almacenamiento en el hogar, exploraron nuevos mercados y aceptaron precios de venta más bajos en las fincas (Yegbemey *et al.*, 2021).

En suma, a pesar de que es altamente identificable que cada componente de la demanda agregada (consumo, inversión y exportaciones) ha mostrado una tendencia de caída por el COVID-19 (Clavelina y Dominguez, 2020), aun persiste la imperiosa necesidad de identificar las áreas focales estratégicas para abordar los presentes y futuros riesgos, así como tensiones ambientales y económicas tras la pandemia del COVID-19, que se integran en diversas escalas rurales y urbanas en México, a partir de las compensaciones y sinergias que ocurren entre los Costos Ambientales y la Inversión Bruta. Estas áreas estratégicas deben ser repensadas, como parte de una agenda de futuro compartida por los responsables de la formulación de políticas y la toma de decisiones, en conjunto con la sociedad. Particularmente, los gobiernos también tienen nuevas oportunidades para gravar actividades que son perjudiciales para la salud o el medio ambiente, por ejemplo, establecer impuestos al carbono para disminuir los efectos generalizados del cambio climático, lo que podría ser beneficioso y oportuno (Carvallo y Powell, 2021).

En este sentido, la construcción de esta agenda requiere el análisis de pronósticos para la inversión y los costos ambientales como parte de escenarios prospectivos, los cuales se deben inscribir dentro de un proceso estructurado de generación de posibilidades futuras que tienen implicaciones socioeconómicas y ambientales. En la medida que los escenarios no son modelos predictivos o pronósticos, sino más bien exploraciones de futuros plausibles, no probables (Peterson *et al.*, 2003), se les considera como narrativas que refieren la forma en que se pueden desarrollar futuros alternativos a partir de combinaciones de factores inciertos y altamente influyentes, tal como lo ha sido la pandemia del COVID-19. La principal premisa para la formulación, diseño y desarrollo de escenarios implica que la exploración de futuros posibles pueda informar las decisiones presentes, en la medida que los propios escenarios implican tanto el mapeo de los futuros dentro de un espacio de posibilidad y el análisis racional, como un pensamiento creativo que finalmente moldea la elección y la acción humana hacia sociedades sustentables para generaciones futuras (Saijo, 2020), lo que en su conjunto conlleva un aprendizaje social para una mejor toma de decisiones con respecto a los problemas y temas que se evalúan, por ejemplo, en este caso, los que refieren a los costos por agotamiento y costos por degradación.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se revisa el comportamiento de tres variables: la Inversión Bruta, los Costos Ambientales y la Tasa de Interés, sobre todo debido a que el comportamiento de esta última influye en las otras dos variables de acuerdo con la teoría. Se verifica que la Tasa de Interés tiene un comportamiento muy disperso frente a la Inversión Bruta y los Costos Ambientales, por lo que, al realizar las pruebas de cointegración, su relación resulta ser espuria, principalmente con la variable ambiental aquí estudiada, mientras que con la otra, la hipótesis nula de espuriedad de las variables no se rechaza por muy poca distancia estadística.

Si bien, los resultados parecen coincidir en cierto punto con lo reportado por Gylfasson y Zoega (2002), la diferencia más visible radica en lo que respecta a la serie de tiempo de un país, pero no en proceso de mediano plazo, como lo indican las regresiones expuestas, entre estas tres variables. En trabajos que han relacionado las mismas variables (Sachs y Wraner, 1995; Gylfasson y Zoega, 2002; Barrón *et al.*, 2013), no se han enfocado a revisar diferentes comportamientos a través de series de tiempo, sin embargo, nuestro enfoque permite visualizar diferentes perspectivas en México para antes y después de la aparición de la enfermedad denominada COVID-19.

El pronóstico de la Inversión Bruta, tras el COVID-19, presenta un comportamiento menor en comparación a un escenario sin enfermedad. Esta misma situación es verificable con la Tasa de Interés que presenta comportamientos más reducidos, contrario a su tendencia ascendente bajo la ausencia de la pandemia. Las razones son obvias, debido a que, al reducirse las actividades económicas, el colapso de mercados bursátiles en diferentes países y afectación desigual en industrias y empresas (Contessi y De Pace, 2021), los proyectos de inversión para el año 2020 se redujeron e incluso culminaron de manera repentina ante la falta de ventas y contratos. De acuerdo con los datos oficiales, antes del mes de noviembre del 2020, los pronósticos realizados ante la presencia de la enfermedad resultan congruentes con dicha información.

Se encontró que respecto al comportamiento de los Costos Ambientales y su relación con la Inversión Bruta, las cuales resultan ser variables cointegradas, el resultado de los pronósticos en ambos escenarios puede considerarse confiable. De acuerdo con el pronóstico de los Costos Ambientales con ausencia de la enfermedad, al contrario de la Inversión Bruta, ésta presenta un comportamiento inferior en comparación al caso en que está presente la enfermedad. Las causas pueden ser diversas, en el sentido de que el confinamiento en México, al contrario de permitir la renovación de los recursos naturales, se está obligando a su uso intensivo, ya sea, por el desplazamiento obligado

de la población urbana hacia zonas rurales, o por el descuido de las autoridades en vigilar estrictamente que se cumplan las leyes ambientales.

Debe de considerarse que, si bien, la prioridad de estos tiempos de pandemia es salvaguardar las vidas humanas, sobre todo de la población vulnerable, y que los esfuerzos, tanto de los sectores público, privado y otros particulares, se enfocan a ello, lo cierto es que las consecuencias no sólo son de orden económico y financiero, también traen resultados sociales y ambientales, los cuales se deben de restaurar de manera prioritaria.

Los resultados aquí expuestos indican cuál es el costo ambiental que ocurre, o que se está por obtener a causa de la enfermedad que afecta, no sólo a México, sino a la mayor parte del mundo. Como parte de la investigación futura se sugiere continuar con este tipo de estudios a medida que ha evolucionado la enfermedad y ante la espera de resultados positivos a partir del proceso nacional de vacunación, el cual se espera tenga un impacto primordial a lo largo del año 2021 y a mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaris, G. *et al.* (2017). "Aplicación de modelo ARIMA para el análisis de series de volúmenes anuales en el río Magdalena", en *Revista Tecnura*, 21(52): 88-101.
- Arellanes, P. (2014). "El Tratado de Libre Comercio de América del Norte: Antes, durante y después. Afectaciones jurídicas en México", en *Revista del Instituto de Ciencias Jurídicas de Puebla*, 8(33): 257-274.
- Baldwin, R. y Weder, B. (2020). "Introduction". En: Baldwin, R., Weder, B. (Eds.). *Economics in the time of COVID-19*. Londres: CEPR Press.
- Banxico (2020^a). Encuesta sobre las Expectativas de los Especialistas en Economía del Sector Privado. Publicado el 3 de agosto. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/encuestas-sobre-las-expectativas-de-los-especialis/encuestas-expectativas-del-se.html>.
- Banxico (2020b). Informe Anual de las Infraestructuras de los Mercados Financieros. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informe-anual-sobre-las-infraestructuras-de-los-me/%7BD10D30F6-7791-8CDC-4D38-D7666C8A21DA%7D.pdf>.
- Banxico (s/f). Sistema de Información Económica. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF114&locale=es>.

- Barrón, K., Gómez, C., Meza J. (2013). "Recursos naturales y crecimiento económico". En: Barrón, K., Moreno, L., Gómez, C. (Coords.). *Crecimiento Económico y Recursos Naturales en México* (pp. 12-40). México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Beckett, S. (2020). *Introduction to Time Series Using Stata*. EUA: STATA Press.
- Blofield, M., Hoffmann, B., Llanos, M. (2020). "Assessing the political and social impact of the COVID-19 crisis in Latin America". (GIGA Focus Lateinamerika, 3). Hamburg: GIGA German Institute of Global and Area Studies - Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien, Institut für Lateinamerika-Studien. Disponible en: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67260-7>.
- Carvallo E. y Powell, A. (2021). *Oportunidades para un mayor crecimiento sostenible tras la pandemia*. s/l.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- CEPAL (2020). *Informe Especial COVID-19*. No. 1. Santiago de Chile: CEPAL.
- CEPAL-FAO-IICA (2021). *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. CEPAL, FAO e IICA, San José, C.R., IICA.
- Cheval, S. et al. (2020). "Observed and potential impacts of the COVID-19 pandemic on the environment", en *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11): 4140. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17114140>.
- Clavelina J. y Dominguez, M. (2020). *Implicaciones económicas de la pandemia por Covid-19 y opciones de política*. Notas estratégicas no. 18. México: Instituto Besilario Domínguez, Senado de la República.
- CONEVAL (s/f). *La política social en el contexto de la pandemia por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19) en México*. México: CONEVAL. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Politica_Social_COVID-19.pdf.
- Contessi, S. y De Pace, P. (2021). "The international spread of COVID-19 stock market collapses", en *Finance Research Letters*, 42: 101894 doi.org/10.1016/j.frl.2020.101894
- Corte, P. (2016). "Recursos Naturales en la Economía: ¿Es Posible el Crecimiento Verde?", en *Revista Formación Gerencial*, 15(1): 25-50.
- Corte, P. y Sandoval, Y. (2018). "Los Parques Eólicos de Juchitán, Oaxaca, y la Política Energética en México". En: Vázquez, O., Carrillo, M. (Coords.). *Desarrollo sostenible: educación ambiental, experiencias prácticas y evaluación de las políticas públicas*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-ICGDE: 237-249.
- Elleby, C. et al. (2020). "Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Global Agricultural Markets", en *Environ Resource Econ*, 76:1067-1079 doi.org/10.1007/s10640-020-00473-6
- Elizondo, R. (2012). "Estimaciones del PIB Mensual Basadas en el IGAE", en *Documentos de Investigación del Banco de México*, 11(2012). México: Banco de México. Disponible

- en: <http://www.banxico.org.mx/publications-and-press/banco-de-mexico-working-papers/%7B4A2AE786-F07A-2E23-65B7-29167E4F3AF2%7D.pdf>.
- Egorova, S. *et al.* (2019). *Environmental costs as an indicator of sustainable development*. *EECE-2019-E3S Web of Conferences* 140, 09007, <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/201914009007>.
- Farhan, M., Benjiang, M. Shahzad, L. (2020). "A brief review of socio-economic and environmental impact of Covid-19", en *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13:1403-1409.
- Flores, L. (2017). "Pronóstico del Índice Nacional de Precios al Consumidor", en *Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 6(12): 60-88.
- Gylfason, T. y Zoega, G. (2002). "Natural Resources and Economic Growth: The Role of Investment", en *Documentos de Trabajo*. Banco Central de Chile, 142. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.4300&rep=rep1&type=pdf>
- Hannan, S., Honjo, K., Raissi, M. (2020). *Mexico needs a fiscal twist: Response to Covid-19 and beyond*. IMF Working Paper/20/215, International Monetary Fund.
- Haro A. y Taddei, I. (2014). "Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental", en *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(46): 743-767.
- Hevia, C., Nuemeyer, A., 2020, *A conceptual framework for analyzing the economic impact of COVID-19 and its policy implications*. United Nations Development Programme, Latin America and the Caribbean, COVID 19 | Policy Documents Series, New York. UNDP. www.latinamerica.undp.org/content/rblac/en/home/library/crisis_prevention_and_recovery/a-conceptual-framework-for-analyzing-the-economic-impact-of-covi.html
- INEGI (2018). *Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2013-2017*. Fuentes y Metodologías. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ee/2013/metodologias/SCNM_Metodo_SCEEM_B2013.pdf.
- INEGI (2019). *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 2003-2018*. México: Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/ee/>.
- INEGI (s/f). Banco de Información Económica. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Jaramillo, M. *et al.* (2007). "Análisis de series de tiempo univariante aplicando metodología de Box-Jenkins para la predicción de ozono en la ciudad de Cali, Colombia", en *Revista Facultad de Ingeniería* (39): 79-88.
- López-Feldman, A. *et al.* (2020). "Environmental impacts and policy responses to Covid-19: A View from Latin America", en *Environmental & Resource Economics*, 1-6. doi.org/10.1007/s10640-020-00460-x.

- McKibbin, W. y Fernando, W. (2021). "The Global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven escenarios", en *Asian Economic Papers*, 20: 2 doi.org/10.1162/asep_a_00796
- Mejía, R., Hilario, L., López M. (2017). "Predicción del Precio Diario de la Acción de the Coca-Cola Company (KO)", en *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji Del Río*, 4(8). Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n8/a14.html>
- Montero, R. (2013). "Variables no estacionarias y cointegración", en *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada*. España: Universidad de Granada. Disponible en: <https://www.ugr.es/~montero/matematicas/cointegracion.pdf>.
- OECD (2020). *OECD The impact of Covid-19 on agricultural markets and GHG emissions*. París: OECD Publishing. Disponible en: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/the-impact-of-covid-19-on-agricultural-markets-and-ghg-emissions-57e5eb53/>
- Peterson, G. et al. (2003). "Scenario planning: A tool for conservation in an uncertain world", en *Conservation Biology*, 17(2): 358-366.
- Quintana, L. y Mendoza, M. (2016). "Modelos ARCH" (pp. 272-294). En: Quintana, L. y Mendoza, M. (Coords.). *Econometría Aplicada Utilizando R*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Acatlán.
- Rosales, R. (2016). "Autocorrelación Serial" (pp. 157-173). En: Quintana, L. y Mendoza, M. (Coords.) *Econometría Aplicada Utilizando R*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Acatlán.
- Rubio, B., Moguel J. (2018). "La Agricultura Mexicana en la Encrucijada: Un Futuro Incierto" (pp. 63-91). En: Rubio, B. (Coord.). *América Latina en la mirada. Las transformaciones rurales en la transición capitalista*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sachs, J. y Warner, A. (1995). "Natural Resource Abundance and Economic Growth", en *Working Paper*. National Bureau of Economic Research, NBER. 5398, Cambridge, MA. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w5398.pdf>.
- Saijo, T. (2020). "Future design: Bequeathing sustainable natural environments and sustainable societies to future generations", en *Sustainability* 12(16): 6467. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su12166467>.
- Saldívar, A. et al. (2002). "Tres Metodologías para Evaluar la Sustentabilidad: 10 Años Después de Río", en *Investigación Económica*, 52(242): 159-185.
- SENER (2016). *Prospectivas de Energías Renovables, 2016-2030*. México: Secretaría de Energía. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177622/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2016-2030.pdf.

- Shifrin, N., Pitts, B. y Chow, A. 2015, "Estimating environmental costs", en *Environmental Claims Journal*, 27(1):9-18.
- STATA (2019). *STATA Time-Series Reference Manual. Release 16*. Texas: Stata Press-Publication.
- Stock, J. (2020). "Data gaps and the policy response to the novel coronavirus". En: Wyplosz, C. (Ed.). *Covid economics. Vetted and real-time papers*. Issue 3:1-11. Londres: The Centre for Economic Policy Research (CEPR) Press.
- Tah, E. (2019). "Neoliberalismo petrolero en la política económica", en *Revista Política, Globalidad y Ciudadanía*, 5(10): 110-133.
- Torres, P. *et al.* (2008). "Construcción local de indicadores de sustentabilidad regional. Un estudio de caso en el semidesierto del noreste de México", en *Región y Sociedad*, 20(43): 25-60.
- Yegbemey, R. *et al.* (2021). "COVID-19 effects and resilience of vegetable farmers in North Western Nigeria", en *Agronomy*, 11:1808 doi.org/10.3390/agronomy11091808
- Zaremba, A. *et al.* (2021). "COVID-19, government policy responses, and stock market liquidity around the world: A note", en *Research in International Business and Finance*, 56: 101359.

Investigación-acción-participativa en el aprovechamiento sostenible de epífitas de huertos de café de sombra, en pequeños productores, Xicotepec, Puebla, México

Mario del Roble Pensado Leglise¹, Karina Macías Ruiz¹
y Jorge Alejandro Silva Rodríguez de San Miguel²

Resumen. *El propósito es analizar una experiencia de investigación-acción-participativa de uso sostenible en cafetales de sombra, en pequeños productores cafetaleros del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, mediante la preparación de una propuesta de la viabilidad económica del establecimiento de un orquideario y otras epífitas nativas. A través de la investigación participativa, se identificaron las epífitas silvestres que los pequeños cafetaleros conservan en sus huertas de sombra y se elaboró un catálogo de ellas. También se desarrolló un proyecto de inversión con estimaciones basadas en el estudio de mercado de cuatro sitios de comercialización de Puebla y Ciudad de México. La evaluación económica del proyecto de inversión en orquídeas muestra viabilidad. Esto permite avanzar en la constitución formal de un grupo de productores que adopta la figura de Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre para posibilitar el comercio legal.*

Palabras clave: *Epífitas, Orquideario, Propuesta participativa.*

Abstract. *The purpose is to analyse a participatory-action-research for sustainable use in shade coffee plantations of small coffee growers in the municipality of Xicotepec de Juárez, Puebla by evaluating the economic viability of the establishment of an orchid and other native epiphyte. Through participatory research, the wild epiphytes that small coffee growers conserve in their shade orchards were identified, a catalogue of these was prepared and an investment project was developed, with estimates based on the market study of four marketing sites from Puebla and Mexico City. The economic evaluation of the orchid investment project shows feasibility. This allows progress in*

¹ Instituto Politécnico Nacional, CIEMAD, Proyecto SIP2021438, Ciudad de México, e-mail: mpensado@ipn.mx.

² Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Ciudad de México, México.

the formal constitution of a group of producers that adopts the figure of Management Unit for the Conservation of Wildlife to enable legal trade.

Key words: *Epiphytes, Orchids, Participatory proposal.*

INTRODUCCIÓN

Epífitas se denomina a las plantas que se desarrollan sobre otras, en particular, especies forestales. Plantas con este hábito de crecimiento son de las familias orquidácea, bromeliácea y del grupo de los helechos; estas familias son particularmente abundantes y diversas en el ecosistema conocido como bosque mesófilo de montaña o de niebla (Díaz-Toribio *et al.*, 2013). La característica de lento crecimiento hace escasas y raras a determinadas especies lo que, a su vez, les otorga una mayor valoración económica respecto a otras plantas. Cabe señalar que las orquídeas representan uno de los grupos de plantas con mayor diversidad a nivel mundial (Téllez y Casanova, 2014).

Tanto orquídeas como bromelias y helechos han cumplido un papel en la conformación de la biota de ecosistemas, y siguen cumpliendo funciones ecosistémicas en espacios como los del bosque mesófilo de montaña, BMM (Ceja *et al.*, 2008). En la actualidad, se considera que existen 35,000 especies de orquídeas en el mundo, de las cuales hay 1,200 en México (Baltazar *et al.*, 2014), y de éstas, 124 se han reportado para el estado de Puebla (Miguel-Vázquez *et al.*, 2020); en bromelias, a nivel internacional, son 3,086 especies (Mondragón y Ticktin, 2011), de las cuales, 422 existen en México y 56 se encuentran en Puebla (Miguel-Vázquez *et al.*, 2020); mientras que en el caso de los helechos, en el mundo se reconocen 10,000 especies, estimándose que en México existe 10% de ellas (Mendoza y Ceja 2014).

Por su interacción ecosistémica, las epífitas juegan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad del BMM, y su posible protección también significa la preservación de la foresta del BMM. La convergencia de las acciones de conservación de biodiversidad y el aprovechamiento sostenible ha sido planteado por la Convención de la Biodiversidad de la ONU, pero es difícil su puesta en práctica, y más aún, como es en este caso, de Puebla, donde los actores sociales del BMM son pequeños cafeticultores, carentes de capital, tecnología y de economías a escala, además que en los circuitos de comercialización predominan las especies importadas, así como los intereses de floricultores de invernaderos empresariales (privados y sociales) y de los comerciantes del tráfico ilícito de especies silvestres.

El objetivo de este artículo es analizar los resultados de la investigación-acción-participativa (IAP) en el uso sostenible de los cafetales de sombra, trabajando con pequeños productores cafetaleros del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, para el aprovechamiento de las epífitas a partir de instalar una propuesta de orquideario que sea un bien común que provea de plantas a los pequeños cafecultores del BMM.

Los resultados se observan en cuatro etapas: la primera es la constitución de grupos colaborativos IAP; la segunda abarca la colecta e identificación, así como la recolección de ejemplares en los huertos campesinos; en la tercera se hace el estudio sobre el comercio de las epífitas, y la cuarta, se lleva a cabo la discusión sobre la evaluación económica del proyecto de orquideario que acompaña los avances de un proyecto asociativo de comercialización de bienes territoriales, entre los que destaca bienes como el café, a corto plazo, y variedades de epífitas, de venta legal, a largo plazo.

Contexto del aprovechamiento de las epífitas en México

El interés del mercado global por las epífitas surgió desde fines del siglo XIX y se acentuó en el siglo XX, pero en estas primeras décadas del siglo XXI, se ha ido incrementando su uso masivo para ornato con fines de habitabilidad humana (Hinsley *et al.*, 2018). Además, las poblaciones de epífitas silvestres se ven amenazadas al perder su soporte arbóreo debido al cambio de uso de suelo y a la intensiva deforestación en el bosque mesófilo de montaña y demás ecosistemas que habitan (Ceja *et al.*, 2008). Esto ha significado una doble depredación, tanto por su expoliación ilegal como por la expansión de la cafecultura y otras actividades agropecuarias (Manson *et al.*, 2008).

De acuerdo con Jaimes Núñez (2016):

[...] para julio de 2016, en la República Mexicana se han extinto al menos 22 especies de orquídeas de las 1,301 existentes en el país. La presencia de orquídeas en la Sierra Norte de Puebla es de alrededor de 40, y tan sólo en el municipio de Xicotepec se aprovechan de manera legal, mediante Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), 13 especies, de las cuales 4 de ellas están con alguna restricción de las 1,301 que existen en México (Jaimes Núñez, 2016: 55).

Respecto a la comercialización de orquídeas silvestres a nivel global, Hinsley *et al.* (2018) señalan que ha sido documentada en Camboya (Hinsley, 2011), China (Wong, 2019), Indonesia (Hinsley *et al.*, 2016a), Tailandia, Myanmar, Laos (Phelps y Webb, 2015), Vietnam

(Hinsley *et al.*, 2016b), Nepal (Subedi *et al.*, 2013), Perú (Cribb, 2005), Costa Rica, Madagascar, Filipinas, Malasia, Venezuela y México (Ticktin *et al.*, 2020).

Por su parte, referente a la comercialización de bromelias y helechos silvestres, únicamente se encontraron investigaciones realizadas en los países de Brasil (De Souza *et al.*, 2006; Negrelle y Anacleto, 2012) y México (Flores-Palacios *et al.*, 2007; Munguía-Lino *et al.*, 2010; Mondragón *et al.*, 2016).

De acuerdo con Pensado-Leglise (2021), el comercio de manera convencional de las orquídeas, bromelias y helechos se realiza en México a través de tres vías. La primera la practican vendedores locales de flores silvestres, quienes efectúan extracción ilegal a través de la recolección de plantas de los árboles en huertos de sombra de pequeños cafecultores, sin pago alguno, y también se hacen en barrancos o bosquetes de libre paso. Generalmente, son campesinos sin tierras, vecinos de las comunidades o de localidades cercanas que venden las plantas recolectadas a los intermediarios de los mercados mayoristas regionales, o bien las venden de manera informal. Eventualmente, pocos campesinos cafecultores, y sus mujeres, aprovechan las plantas de su huerto o traspatio para venta a pie de calle en las localidades urbanas vecinas. La segunda vía es la realizada desde la década de los noventa del siglo XX a la fecha, y es efectuada por empresas privadas o sociales que son viveristas y floricultores comerciales que reproducen en invernaderos constituidos en UMAS, figura oficial inscrita en la SEMARNAT, para la reproducción y venta de variedades comunes de orquídeas, bromelias y helechos. Ellos venden por su cuenta, pero también algunos venden en los mercados mayoristas regionales. La tercera vía, es la que practican empresas intermediarias de flores, quienes importan variedades de orquídeas exóticas y las reproducen de forma intensiva en invernaderos para satisfacer la demanda de las tiendas-boutique o de negocios de arreglos de flores, cuyo mercado se concentra en estratos sociales de mediano y alto ingreso. Las orquídeas de variedades del país son utilizadas en menor medida para estos negocios.

Si bien, la venta de orquídeas, bromelias y helechos silvestres aparentemente significa una fuente de ingresos para comunidades con altos índices de pobreza (Cruz-García *et al.*, 2015), en realidad, una parte de la oferta de dichas plantas proviene de la extracción ilegal de sus hábitats, por tanto, no generan ingresos directos a los campesinos, lo que afecta la preservación de la riqueza de la biodiversidad que poseen (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Con el fin de contrarrestar su extracción irracional, se han propuesto esquemas de aprovechamiento sostenible, como el establecimiento de UMAS. Entre los obstáculos con los que se topan las iniciativas de conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, se encuentra la dificultad de contar con fuentes de financiamiento que permitan la continuidad de sus operaciones a largo plazo

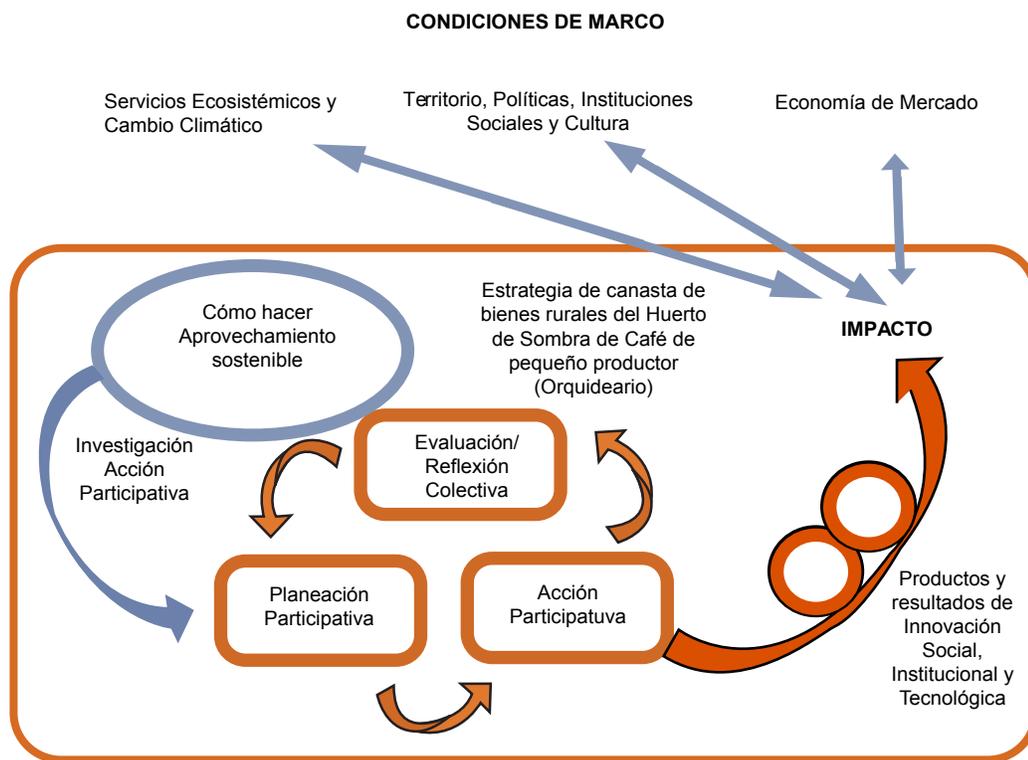
(Ticktin *et al.*, 2020), así como se enfrentan a un “cuello de botella” durante la etapa de comercialización (Toledo-Aceves *et al.*, 2014).

A pesar de lo anterior, existen importantes experiencias exitosas en el aprovechamiento sostenible de epífitas asociadas a los huertos de sombra de pequeños cafeticultores en México; entre ellas, un proyecto cooperativo entre investigadores y cafeticultores en la región del Soconusco en Chiapas (Damon, 2017). También en el estado de Veracruz se ha estudiado la tasa de aprovechamiento de epífitas caídas al suelo de los huertos de café de sombra; en buenas condiciones pueden ser útiles para reproducir y comercializarlas (García Franco y Toledo Aceves, 2015). En Oaxaca también hay un caso de aprovechamiento sostenible de epífitas silvestres, en Santa Catarina Ixtepeji, a través de un vivero comunitario denominado “las bromelias”, donde se cultivan de forma cooperativa especies de bromelias silvestres de la región (Mondragón y Ticktin, 2011).

METODOLOGÍA

Se utilizó la metodología y experiencia de la investigación participativa realizada por el equipo de investigación del Instituto Politécnico Nacional (IPN), iniciada en el territorio desde 2012, en el que se han promovido prácticas de conservación de suelos y producción de cafés de especialidad y meliponicultura (Figura 1). Se partió del concepto de De Shutter (1983: 104), quien señaló que la IAP “puede comprender todas las estrategias en las que la población involucrada participa activamente en la toma de decisiones y en la ejecución de una o más fases de un proceso de investigación” en torno a resolver un problema. La IAP permite concretar un consorcio entre actores sociales e investigadores científicos y académicos, así como de técnicos para resolver un problema socio-ecológico (Méndez *et al.*, 2013); ello promueve el desarrollo de capacidades para la toma de decisiones por parte de los actores sociales y, de manera simultánea, el aprendizaje social, la reflexión colectiva y los resultados del modelo de intervención en materia de innovaciones sociales, institucionales o tecnológicas. A su vez, esto facilita desarrollar experiencias de aprovechamiento sostenible y mejorar su impacto en beneficio de la conservación de servicios sistémicos, la mayor calidad del desarrollo territorial y una disminución de la relación de intercambio desigual de los actores sociales que enfrentan en el mercado.

Figura 1. Modelo de intervención social del IPN en Xicotepec, Puebla



Fuente: modificado de Probst (2001: 27).

Tres son los aspectos claves que han fortalecido las labores de la IAP del IPN en el territorio: el primero es que el proceso de diagnóstico participativo para discutir el aprovechamiento sostenible, con el que da inicio en cada grupo de trabajo de la localidad, tiende a reflejar las inquietudes que tienen en mente algunos de los pequeños productores sobre diversas propuestas productivas y técnicas a implementar en su huerto. Acostumbrados a usar la forma de comunicación de “boca a boca”, las experiencias, tanto de fracaso como de éxito locales y de fuera, son tomadas en cuenta para tratar de ser examinadas en conjunto entre los campesinos, los técnicos locales y los investigadores y alumnos. De ahí, que algunas propuestas de tesis de los alumnos del posgrado del CIEMAD, IPN, son generados por el interés del alumno y convenidos con temas prioritarios para los campesinos en el territorio de bosque mesófilo de montaña, BMM. Por eso se enfocan en temas o aspectos que ya han sido considerados antes en diagnósticos realizados en el pasado reciente.

Un segundo aspecto, es el estricto respeto entre los pequeños productores cafeticultores de las diferentes localidades, los investigadores y alumnos politécnicos y con los técnicos extensionistas locales. A través de procesos de aprendizaje social significativo, en los temas de interés, se genera un ambiente propicio para el desarrollo de capacidades para la toma de decisiones por parte de todos, es decir, por los campesinos, los técnicos, los investigadores y alumnos. Otro elemento es la idiosincrasia del pequeño productor, dado que en el territorio, la mayoría de los huertos de pequeños productores y sus familias son privados, y la desconfianza sobre los proyectos es alta debido a demasiadas experiencias de fracaso, abuso, simulación o fraude que han experimentado a lo largo del tiempo, por parte de coyotes, usureros, malas autoridades, técnicos corruptos.

Un tercer aspecto, es que para efectos del trabajo de IAP por parte del IPN, no hay financiamiento como tal, por tanto, el trabajo y compromiso es voluntario. Los pequeños productores pueden destinar parte de su tiempo o de su huerto, o a colaborar en alguna actividad puntual, pero es en forma voluntaria. El tiempo de trabajo de los técnicos locales destinado a la IAP en gran medida no es tampoco retribuido; ellos participan porque están comprometidos con los grupos de trabajo del territorio y les interesa poner en prácticas propuestas alternativas. La mayoría de ellos son contratados temporal o permanentemente por los programas de extensión rural oficial (tanto estatal como federal) y cumplen sus labores, pero destinan su tiempo libre personal en el apoyo de la IAP. En general, a los técnicos su labor les resulta personalmente provechosa porque cuando requieren operar algún programa oficial con las localidades, la gente tiene confianza en su honestidad, su experiencia y su amistad, que son condiciones resultantes de la IAP.

El IPN aporta pequeños fondos por medio de proyectos de investigación, pero generalmente sirven para el pago de estancia y traslados de investigadores y alumnos, en acompañamiento técnico a los pequeños productores; en algunos casos, se han podido buscar recursos locales o de fuera para pequeñas inversiones en propuestas piloto. La dificultad del financiamiento se debe principalmente a la ausencia de una forma económica asociativa legal que tenga personalidad jurídica para destinar y ejercer recursos, aunado a que experiencias pasadas de fraude y abuso generan resistencias entre los pequeños productores, y por eso coinciden con la IAP porque aquí se respeta su libertad de decidir y hacer y no se impone afiliarlos o adscribirlos a una organización. La necesidad de la asociatividad es, y debe ser, iniciativa y responsabilidad compartida de los pequeños productores, es por ello que en la IAP siempre se ha considerado esto como un proceso de maduración y de conciencia social que debe generar su propia disciplina social, así como candados institucionales para evitar sesgos o malos manejos en este tipo de experiencia para cada territorio.

Por lo anterior, sería muy benéfico un programa oficial, social o privado, que financiara infraestructura pública rural para los proyectos de los grupos de trabajo de las localidades, de esa forma, la IAP podría avanzar más rápidamente y generalizar el proceso de desarrollo de capacidades para la toma de decisiones con los campesinos del territorio. A partir del 2021, se ha colaborado con los técnicos del programa de acompañamiento productivo de la SADER, para la producción de bienestar en el proceso de desarrollo de capacidades para la toma de decisiones de los pequeños productores.

Se busca que los resultados directos en materia de innovaciones sociales, tecnológica o institucionales sean socializados, es decir, son bienes comunes del conjunto de pequeños cafecultores del territorio. Para la IAP, mientras más productores del territorio se preocupen por sacar ventaja de la foresta de su huerto de sombra, de la diversificación productiva de su huerto, de la adopción de técnicas productivas alternativas, de actividades para estimular los conocimientos sobre su ambiente y la memoria biocultural de las comunidades (náhuatl y totonaca, principalmente), tendrá más éxito nuestro modelo de intervención social a través de la IAP.

Los resultados indirectos son evidentes: mayor respeto y preocupación para preservar el bosque, conservar la flora y fauna silvestre, asimismo estimular las actividades para el desarrollo sostenible y fortalecer una cultura de ciudadanía rural vigorosa.

Equipos colaborativos y planeación participativa

En conjunto, investigadores, alumnos, técnicos y pequeños cafecultores, conformados en equipos colaborativos en 2018, identificaron la posibilidad de realizar un proyecto de orquideario que fuera un bien común, a fin de que ellos puedan aprovechar las epífitas silvestres, de manera legal y adecuada, para la conservación de la cobertura forestal nativa de los huertos de sombra de café y, a su vez, contribuya a proteger el bosque mesófilo de montaña. En 2019, el trabajo colaborativo con el profesor, el técnico, la alumna y cada uno de los pequeños cafetaleros se pusieron de acuerdo para identificar la riqueza natural de su huerto de sombra.

A principios de 2019, se llevó a cabo una reunión donde se presentó el proyecto a un grupo de 28 pequeños productores cafetaleros, provenientes de cinco municipios de Puebla: Xicotepec de Juárez, Pahuatlán, Naupan, Jalpan y Tlacuilotepec. Además, participaron técnicos locales que colaboran con el IPN en el territorio, técnicos de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP), una bióloga técnica del municipio y profesores del CIEMAD y de CEPROBI del Instituto Politécnico Nacional.

Identificación de epífitas en los huertos de los pequeños cafecultores

En tanto la acción participativa, después del taller general de presentación, se procedió a realizar el trabajo de campo con 18 productores de siete localidades ubicadas en tres municipios, además de 30 encuestas a tres mercados seleccionados, lo que consistió en la visita a huertos de sombra y a traspatios, con la participación de los pequeños cafecultores para identificar las orquídeas, bromelias y helechos en cada lugar. También se visitaron UMAS de orquídeas del territorio y, eventualmente, se hicieron algunos pequeños talleres locales para explicar el contenido de la actividad. Posteriormente, se sistematizó la información en una base de datos y se elaboró un catálogo de ejemplares de epífitas silvestres de los huertos de sombra. Este material fue confrontado con los resultados obtenidos del Proyecto SIP-IPN 20161272: “Tipicidad de productos territoriales y monitoreo participativo del territorio en Xicotepec de Juárez, Puebla” (Pensado-Leglise y Campos, 2016), y la información se clasificó por especies de orquídeas, bromelias y helechos, entre otras plantas. Uno de los principales resultados fue la toma de conciencia del pequeño cafecultor sobre la riqueza natural que tiene en sus manos, la cual no ha podido aprovechar hasta ahora. Más tarde, el catálogo también sirvió para efectuar el estudio de mercado a través de entrevistas semidirigidas para conocer el interés para la comercialización de las epífitas de los huertos de sombra de Xicotepec de Juárez, Puebla.

Se estudiaron cuatro centros de venta en la Sierra Norte de Puebla y en la Ciudad de México, mediante la aplicación de una encuesta sobre precios e identificación del tipo de epífitas comercializadas. El primero fue el mercado Isabel Díaz Castilla, ubicado en la localidad de Tenango de las Flores, municipio de Huauchinango, Puebla; es el principal centro regional de ventas de epífitas en la Sierra Norte de Puebla (Hernández *et al.*, 2004). En segundo lugar, el mercado de Jamaica, localizado en la alcaldía Venustiano Carranza de la Ciudad de México. En él se ubican 1150 locales de venta de plantas en maceta, arreglos, flores de corte y plantas silvestres (Munguía-Lino *et al.*, 2010). El tercero y cuarto están ubicados en la Alcaldía de Xochimilco de la Ciudad de México, donde se ubican el mercado Madreselva, que tiene una sección de plantas de ornato, y el mercado de plantas de Cuemanco, con 1,469 locales de venta de plantas en maceta (Ciudades Patrimonio de México, 2019).

Debido a la situación de la pandemia de COVID-19 en la CDMX y Puebla, se hizo un tipo sondeo discrecional (no probabilístico), entre junio y agosto de 2020, y se procuró abarcar a los vendedores de los mercados que ofrecían epífitas silvestres, o bien, en su defecto, comerciantes de orquídeas *Phalaenopsis* (orquídeas exóticas más comúnmente vendidas) u otro tipo de plantas ornamentales en maceta o arreglo floral, realizando un

total de 10 encuestas en cada mercado visitado. Para ello, se usó una encuesta con base en el catálogo de las epífitas hecho con los cafeticultores, de tal forma que los comerciantes pudieran indicar el precio y volumen de venta de las plantas del catálogo que hubieran comercializado en algún momento, así como su disposición en adquirir para su negocio determinada especie con el fin de diversificar su catálogo de oferta.

Evaluación económica

Se hizo un presupuesto de inversión para infraestructura básica del orquideario municipal y la estimación de los costos fijos y del costo variable unitario de las plantas a producir y comercializar, así como los costos de los materiales y servicios usados en el cultivo de éstas. Después se calculó el punto de equilibrio del proyecto del orquideario y se hizo el cálculo de los indicadores de rentabilidad VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y la R B/C (relación beneficio/costo) con el programa Excel-Microsoft Office 365.

RESULTADOS

Catálogo de especies sujetas a aprovechamiento en el orquideario

El catálogo, generado a partir de las visitas a los pequeños productores cafetaleros, quedó conformado por un total de 24 géneros de orquídeas, en el que se pudieron identificar 17 diferentes especies, de las cuales cuatro están incluidas dentro de alguna categoría de la NOM-059 (Diario Oficial de la Federación, 2010). En las fotografías 1 y 2 se muestran dos ejemplos de orquídeas registradas durante las visitas realizadas a los huertos y traspatios de los pequeños productores cafetaleros.

Fotografía 1. *Brassavola cucullata*



Fuente: fotografía de Macías-Ruiz, K. registrada durante el trabajo de campo.

Fotografía 2. *Epidendrum radicans*



Fuente: fotografía de Macías-Ruiz, K. registrada durante el trabajo de campo.

Investigación de precios y mercados

Fueron analizados el promedio de precio y número de ejemplares vendidos anualmente de las especies del catálogo que los comerciantes declararon conocer y haber comercializado en algún momento. En los mercados al aire libre (Puebla y Xochimilco), no hubo problema para encontrar comerciantes, pero en el caso del mercado de Jamaica, debido a que, al interior, en ese momento no se encontraron locales con venta de epífitas silvestres nacionales (como recinto cerrado tuvo mayor dificultad con la pandemia), sólo se consideró al vendedor informal fuera del mercado. Del total de comerciantes de los mercados visitados, 21 % declaró no estar interesado en diversificar las plantas que oferta con alguna de las mostradas en el catálogo del orquideario, bajo los argumentos de que son plantas que ellos no manejan y que éstas no son buscadas por sus clientes. Por el contrario, 79 % sí mostró interés en incorporar variedades de plantas a las que actualmente ofertan, que sean reproducidas y comercializadas legalmente, y que actualmente están incluidas en el catálogo del orquideario. Las especies de orquídeas frecuentemente seleccionadas por los comerciantes interesados fueron *Lycaste aromática*, *Oncidium sphacelatum*, *Prosthechea cochleata* y *Stanhopea tigrina*. Por su parte, las bromelias que generaron un mayor interés en los comerciantes encuestados fueron *Tillandsia imperialis*, *T. deppeana* y *T. schiedeana*; mientras que el helecho más frecuentemente seleccionado fue *Phlebodium areolatum*. Esta información ayudó a orientar la evaluación económica y se comprobó que hay un nicho de oportunidad para las plantas propuestas para el orquideario.

Precio

En promedio, los precios de venta son más altos en los mercados de plantas de Xochimilco en comparación con el mercado de Tenango, lo cual corresponde a que en Xochimilco principalmente se vende a consumidores finales, mientras que el mercado de plantas de Tenango es un mercado regional intermediario.

Punto de equilibrio

El precio de venta considerado para realizar el cálculo fue el promedio ponderado de los precios declarados por los comerciantes encuestados, tomando en cuenta una estimación de los porcentajes del volumen total de venta que representan cada uno de los grupos

de epífitas colectadas (92.5% bromelias, 5.1% helechos y 2.3% orquídeas), a partir del trabajo de Toledo-Aceves *et al.* (2014), todo lo cual dio como resultado un precio de venta de \$65 pesos, el cual, aunque es más bajo que el estimado como precio máximo que estarían dispuestos a pagar los comerciantes, permitiría al orquideario ser más competitivo. Por lo anterior, los costos fijos fueron calculados en \$119,698 pesos, el precio de venta en \$65 pesos y el costo variable unitario en \$29.8 pesos, por lo cual, el punto de equilibrio se calculó para 3,400 plantas. Ante este volumen de plantas requerido, se agregó a este escenario otro supuesto: la asociación de 30 pequeños productores cafetaleros iniciales del proyecto, deberán aportar un promedio de 170 plantas anuales (incluyendo utilidad), mediante la colecta de epífitas tiradas, en buenas condiciones, de su huerto cafetalero.

Estado de resultados

Tomando en cuenta el volumen de plantas comercializadas, los costos variables, durante los primeros 7 años de operación y al inicio de la venta de orquídeas del catálogo, se estimaron en \$151,980 y \$187,680, respectivamente. Al dividir la utilidad generada en este escenario supuesto entre los 30 socios productores, se obtiene una utilidad anual por pequeño productor cafetalero, durante los primeros tres años de operación del orquideario, de \$3,067, de \$5,128 en los siguientes cuatro años y de \$8,209 al iniciar la venta de las orquídeas del catálogo. Esta utilidad se encuentra dentro del rango estimado por Cruz-García *et al.* (2015).

Indicadores de rentabilidad

Finalmente, con el fin de calcular los indicadores de rentabilidad VAN, TIR y R B/C, los flujos netos de efectivo a partir del año 1 en que se inicia la comercialización de las epífitas son positivos, lo que en primera instancia indica rentabilidad. A su vez, el TIR calculado resultó ser de 14%, por lo cual, al ser mayor a cero, también es indicador de rentabilidad. Por su parte, el VAN calculado resultó en \$380,984, indicando la rentabilidad del proyecto al ser igualmente positivo. Finalmente, el último indicador de rentabilidad que se calculó fue la relación beneficio/costo, la cual resultó ser igual a 1.2, mostrando la viabilidad financiera del proyecto al ser mayor a uno.

DISCUSIÓN

En cuanto a la reflexión colectiva del modelo de la IAP, se observa que el modelo sirvió para conformar equipos colaborativos locales y toma de conciencia de la riqueza en biodiversidad de los pequeños productores cafetaleros, así como demuestra la viabilidad económica del proyecto de orquideario como base de una posible asociación comercializadora, basada en un aprovechamiento diversificado y sostenible del huerto de café de sombra. Sin embargo, es interesante discutir sobre las siguientes preguntas para aclarar los alcances de la IAP.

¿Los campesinos pueden aprovechar, de forma sostenible, estas epífitas? Aquí se muestra que el posible éxito del modelo de intervención social sustentado coincide con Bacon *et al.* (2005), y sobre la utilidad de generar una red con distintos actores concuerda con Guzmán y Alonso (2007), pues implica la creación del orquideario como un bien común inicial para aprovechamiento sostenible rural en el territorio, y para proveer a los campesinos de un volumen y variedad de epífitas silvestres suficiente para instalar en sus árboles del huerto y en su traspatio.

Además, los pequeños cafecultores han empezado a valorar la canasta de bienes rurales derivada del huerto de sombra de café porque es útil para generar empleos permanentes, complementar los ingresos agrícolas campesinos, evitar la degradación del bosque mesófilo de montaña y la pérdida de biodiversidad para enfrentar el cambio climático (Pensado-Leglise y Martínez-Vicente, 2015). También los cafecultores pueden ver la posibilidad de converger sus intereses en una actividad económica rentable complementaria, acorde a la conservación de la biodiversidad mediante la reproducción de las epífitas silvestres en árboles nativos, en el huerto y traspatio.

Asimismo, esto les puede permitir la creación de una oferta de café de especialidad y de epífitas susceptible a ser comercializada de forma asociativa, lo que contribuiría a crear empleos permanentes en el territorio, al mismo tiempo que permitiría a los pequeños productores, a los técnicos y a los investigadores desarrollar la práctica social de diálogo de saberes para intercambiar el conocimiento campesino indígena presente en el territorio.

¿Los pequeños cafecultores no tienen actividades o negocios mejor remunerados? En realidad, no, la mayoría sólo percibe un porcentaje pequeño de su ingreso para sobrevivir de la actividad agrícola y precisan complementarlo, en gran medida, con ingresos de actividades económicas extra-finca (empleos de jornaleros, albañiles y de la economía informal), aunado a las remesas de familiares que viven fuera del territorio. El aprovechamiento sostenible del huerto de sombra de café, por medio de una estrategia

de diversificación de una canasta de bienes rurales territoriales, les posibilitaría mejorar su calidad de vida y conservar su patrimonio paisajístico natural y cultural. Además, la IAP se orienta a resultados de procesos autogestivos intelectuales y económicos a largo plazo (Fals Borda, 1991).

¿Los pequeños cafeticultores no pueden dejar de serlo y convertirse en viveristas con modernos invernaderos o floricultores especializados? Para la inmensa mayoría, esto no es posible, porque actualmente no todos son emprendedores ni tienen el capital para convertirse en pequeños viveristas comerciales. Otro gran riesgo que se corre es que los pequeños viveristas, como actividad exclusiva que depende de un solo mercado, están a expensas de los intereses y demanda de los intermediarios comerciales, lo cual pasa a estar supeditado a la volatilidad y especulación de precios y a las fallas de un mercado oligopsónico cafetalero a otro de tipo florístico.

CONCLUSIONES

El IPN-CIEMAD, basado en la metodología de investigación-acción-participativa, ha tenido resultados positivos, reflejados en la conformación de equipos colaborativos locales participantes en la instalación de su orquideario, del cual puedan surtirse para mejorar y ampliar la variedad de las epífitas silvestres en sus huertos y traspatio. Se ha propiciado un entorno favorable para crear un bien común que sea útil para la comercialización asociativa de epífitas de pequeños cafeticultores.

Es importante que este tipo de investigaciones aborden el enfoque de investigación participativa por ser, en los últimos años, un método con múltiples ventajas, como el pensamiento complejo que no se reduce a la linealidad y a modelos reduccionistas al buscar un compromiso y contribuciones auténticas de socios de investigación, y no investigadores sobre temas de interés para los socios en el proceso (Méndez *et al.*, 2017).

A través de la elaboración de un catálogo de epífitas de los huertos de sombra de café, se observa la disposición y cooperación de los pequeños productores por desarrollar sus capacidades para establecer una estrategia de diversificación de su canasta de bienes rurales territoriales. La instalación de un orquideario municipal, como bien común, puede servir para estimular un proceso de desarrollo de capacidades cooperativas en torno al aprovechamiento sostenible de los huertos de café de sombra en forma asociativa.

La aplicación de encuestas a 30 comerciantes de mercados de plantas ornamentales, en apenas tres mercados, confirmó la demanda de las epífitas silvestres, tanto por

aquellos vendedores que han comercializado las variedades como por otros que no las manejan, pero desean diversificar su oferta. Mayor esfuerzo e inversión en un estudio de mercado más amplio, será de utilidad para conocer mejor las condiciones del mercado. Durante 2021, el IPN, con técnicos federales, locales, académicos y grupos campesinos de otras localidades, ha continuado en la promoción de la estrategia de diversificación de bienes territoriales, y existen las condiciones para que más grupos se sumen a esta iniciativa o, en su caso, les convenga mejor su réplica.

Al momento, falta concretar el proyecto de inversión del orquideario y generar la convergencia con otros actores institucionales, académicos y técnicos que faciliten la puesta en marcha del proyecto, aunada a la constitución formal del grupo de productores que adopte una figura legal de UMA, lo que les permitiría realizar todas las actividades para el desarrollo del orquideario y que, a largo plazo, pueda hacer posible el comercio legal que contribuya a un aprovechamiento sostenible del huerto de café de sombra campesino, en convergencia con la conservación de la biodiversidad y del bosque mesófilo de montaña.

BIBLIOGRAFÍA

- Bacon, C., Mendez, E., Brown, M. (2005). "Participatory action research and support for community development and conservation: examples from shade coffee landscapes in Nicaragua and El Salvador". Disponible en <https://escholarship.org/uc/item/1qv2r5d8> (consultado: 26/08/2021).
- Baltazar, O., Zavala, J., Solís, F. Y., Pérez, J. A., Sánchez, O. (2014). "Sendero interpretativo de orquídeas y bromelias en Tepexilotla, Chocamán, Veracruz", en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(SPE9): 1687-1699, disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1057>.
- Ceja, J., Espejo-Serna, A., García, J., López, A. R., Mendoza, A., Pérez, B. (2008). "Las plantas epífitas, su diversidad e importancia", en *Ciencias*, 91(091): 34-41.
- Ciudades Patrimonio de México, 2019, "Mercado de Cuemanco. Ciudades Patrimonio de México, México", disponible en <https://www.ciudadespatrimonio.mx/mercado-de-cuemanco/>, consultado el 26/08/2021.
- Cribb, P. (2005), "511. Phragmipedium Kovachii: Orchidaceae", en *Curtis's Botanical Magazine*, 22(1): 8-11.
- Cruz-García, G., Lagunez-Rivera, L., Chavez-Angeles, M.G., Solano-Gomez, R. (2015). "The Wild Orchid Trade in a Mexican Local Market: Diversity and Economics", en *Economic Botany*, 69: 291-305. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s12231-015-9321-z>

- Damon, A. (2017). "Estrategia para el rescate, conservación y aprovechamientos sustentable de las orquídeas (*Orchidaceae*) en el sureste de México", en *Agroproductividad*, 10(6): 25-30.
- De Shutter, A. (1983). *Investigación participativa: una opción metodológica para la educación de adultos*. Pátzcuaro: CREFAL.
- De Souza, G.C., Kubo, R., Guimarães, L., Elisabetsky, E. (2006). "An ethnobiological assessment of *Rumohra adiantiformis* (samambaia-preta) extractivism in Southern Brazil", en *Biodiversity & Conservation*, 15(8): 2737-2746.
- Diario Oficial de la Federación (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091 (consultado: 26/08/2021).
- Díaz-Toribio, M.H., Toledo-Aceves, T., Mata-Rosas, M., Mehltreter, K., Hernández-Elliott, D.D., Ticktin, T. (2013). "Epiphytic plants as NTFPs from the forest canopies: priorities for management and conservation". En: Lowman, M., Devy, S., Ganesh, T. (comp.). *Treetops at Risk*, Nueva York / Londres: Springer / Heidelberg, Dordrecht.
- Fals Borda, O. y Rodrigues Brandao, C. (1991). *Investigación participativa*, Uruguay: Instituto del Hombre.
- Flores-Palacios, A. y Valencia-Díaz, S. (2007). "Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes", en *Biological Conservation*, 136(3): 372-387. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bioccon.2006.12.017>
- García Franco, J.G. y Toledo Aceves, T. (2015). "Manejo de bromelias epifitas en bosque mesófilo de montaña en el Centro de Veracruz". Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfHQ001.pdf> (consultado: 26/08/2021).
- Guzmán Casado, G.I. y Alonso Mielgo, A.M. (2007). "La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable", en *Ecosistemas*, 16(1): 24-36.
- Hernández, N.M., Martelo, Z.E., Manzanares, A.P., García, V.V. (2004). "Microempresas de plantas en Tenango de las Flores, Puebla. Propuestas de análisis con perspectiva de género", en *Comunicaciones en Socioeconómica, Estadística e Informática*, 8(1): 57-82.
- Hinsley, A., De Boer, H.J., Fay, M.F., Gale, S.W., Gardiner, L.M., Gunasekara, R., Kumar, P., Masters, S., Metusala, D., Roberts, D.L., Veldman, S., Wong, S., Phelps, J. (2018). "A review of the trade in orchids and its implications for conservation", en *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(4): 435-455. Disponible en <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box083>

- Hinsley, A., King, E., Sinovas, P. (2016a). "Tackling illegal wildlife trade by improving traceability: a case study of the potential for stable isotope analysis" (pp. 91-119). En: Potter, G., Nurse, A., Hall, M. (Eds.). *The geography of environmental crime*, Londres: Palgrave Macmillan.
- Hinsley, A., Lee, T.E., Harrison, J.R., Roberts D.L. (2016b). "Estimating the extent and structure of trade in horticultural orchids via social media", en *Conservation Biology*, 30: 1038-1047.
- Hinsley A. (2011). "Notes on the trade of orchids in the Cardamom Mountains, Pursat and Koh Kong Provinces", en *Cambodian Journal of Natural History*, 1:11-13.
- Jaimes Núñez, K.A. (2016). "Agricultura Familiar y Aprovechamiento Sostenible de Orquídeas, en Xicotepec De Juárez, Puebla". Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/20377/Karen%20Areli%20Jaimes%20Nunez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manson, R.H., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S., Mehlreter, K. (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*, México: Instituto de Ecología e Instituto Nacional de Ecología.
- Méndez, V.E., Caswell, M., Gliessman, S.R. y Cohen, R. (2017). "Integrating agroecology and participatory action research (PAR): Lessons from Central America", en *Sustainability*, 9(5): 705. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su9050705>
- Méndez, V.E., Bacon, C.M., Olson, M.B., Morris, K.S., Shattuck, A. (2013). "Conservación de agrobiodiversidad y medios de vida en cooperativas de café bajo sombra en Centroamérica", en *Ecosistemas*, 22(1): 16-24.
- Mendoza, A., Ceja, J. (2014). *Atlas de briofitas y pteridofitas*, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Miguel-Vázquez, M.I., Espejo-Serna, M.A., Ceja-Romero, J., Cerros-Tlatilpa, R. (2020). "Las angiospermas epífitas de Puebla, México: riqueza y distribución", en *Botanical Sciences*, 98(3): 585-596. Disponible en <https://doi.org/10.17129/botsci.2540>
- Mondragón Chaparro, D. y Ticktin, T. (2011). "Demographic effects of harvesting epiphytic bromeliads and an alternative approach to collection", en *Conservation Biology*, 25(4): 797-807. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01691.x>
- Munguía-Lino, G., Vázquez-García, L.M., López-Sandoval, J.A. (2010). "Plantas silvestres ornamentales comercializadas en los mercados de la flor de Tenancingo y Jamaica, México", en *Polibotánica*, 29: 281-308.
- Negrelle, R.R.B., Anacleto, A. (2012). "Bromeliads wild harvesting in State of Paraná", en *Ciência Rural*, 42(6): 981-986.

- Pensado-Leglise, M. (2021). *Informe técnico final de Proyecto SIP-IPN 20201099*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Pensado-Leglise, M. y Campos, J.C. (2016). Tipicidad de productos territoriales y monitoreo participativo del territorio en Xicotepec de Juárez, Puebla. III Congreso Internacional de Gestão Territorial para o Desenvolvimento Rural, Brasil.
- Pensado-Leglise, M. y Martínez-Vicente, S. (2015). "La estrategia de canasta de bienes territoriales y su repercusión local en empleo e ingresos. El caso de Xicotepec de Juárez, Puebla", *Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2): 217-237.
- Phelps, J., Webb, E.L. (2015). "Invisible" wildlife trades: Southeast Asia's undocumented illegal trade in wild ornamental plants", en *Biological Conservation*, 186: 296-305.
- Probst, K. (2001). "Success factors in natural resource management research: dissection of a complex discourse" (pp. 25-54). En: Lilja, N., Ashby, J.A., Sperling, L. (Eds.). *Assessing the Impact of Participatory Research and Gender Analysis*. Cali, Colombia: Program for Participatory Research and Gender Analysis (PRGA) / Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).
- Subedi, A., Kunwar, B., Choi, Y., Dai, Y., van Andel, T., Chaudhary, R.P., de Boer, H.J., Gravendeel, B. (2013). "Collection and trade of wild-harvested orchids in Nepal", en *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9: 64.
- Téllez, D., Casanova, L. (2014). "El cultivo de tejidos vegetales: herramienta para la conservación de orquídeas amenazadas", en *Biodiversitas*, (117): 13-16.
- Ticktin, T., Mondragón, D., Lopez-Toledo, L., Dutra-Elliott, D., Aguirre-León, E. Hernández-Apolinar, M. (2020). "Synthesis of wild orchid trade and demography provides new insight on conservation strategies", en *Conservation Letters*, 13(2): e12697.
- Toledo-Aceves, T., García-Franco, J.G., López-Barrera, F. (2014). "Bromeliad rain: An opportunity for cloud forest management", en *Forest Ecology and Management*, 329: 129-136.
- Wong, S., Liu, H. (2019). "Wild-Orchid Trade in a Chinese E-Commerce Market", en *Economic Botany*, 73(3): 357-374.

Caracterización de proteínas, grasa y perfil graso de maíces criollos (*zea mays*) en poblados del estado de México

Carlos E. Pliego¹, María de Lourdes Ramírez², Rutilio Ortiz^{3*} y Beatriz Hidalgo³

Resumen. El objetivo del trabajo fue conocer el contenido de proteínas, grasa y perfil lipídico de los granos de maíz de color azul y rojo de la zona oriente del Estado de México. Los granos fueron colectados de algunos poblados de la zona oriente de las cosechas de 2017 y 2018, con un total de 23 muestras de maíz; los análisis se realizaron conforme a las técnicas de la AOAC. Los resultados fueron: Maíz azul, grasa cruda 4.24 g/100 g; proteína 7.99%; y de los ácidos grasos (g/100 g): como palmítico 14.66, esteárico 3.53, oleico 41.54, linoleico 38.34 y linolénico 1.15. Para el maíz rojo, grasa cruda 4.05 g/100 g de aceite de maíz; proteína 8.20%; y de los ácidos grasos (g/100 g): palmítico 13.48, esteárico 3.23, oleico 38.19, linoleico 42.82 y linolénico 0.95. Se aprecian ligeras diferencias con algunos datos publicados, probablemente por las condiciones climáticas que afectan directamente la expresión génica. Estos resultados preliminares sugieren la continuación de la investigación para describir a los maíces criollos en favor de su conservación.

Palabras clave: Maíces criollos, Grasa cruda, Ácidos grasos, Proteína.

Abstract. The objective of the work was to know the content of proteins, fat and lipid profile of the blue and red corn grains from the eastern part of the state of Mexico. The grains were collected from some towns in the eastern zone of the 2017 and 2018 harvests, with a total of 23 samples; the analyzes were carried out according to AOAC techniques. The results were: Blue corn, crude fat 4.24 g / 100 g; 7.99% protein; and of the main fatty acids (g/100 g) such as palmitic 14.66,

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Maestría en Ciencias Agropecuarias.

² Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Atención a la Salud.

³ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Agrícola y Animal.

* rutis_99@yahoo.com.mx

stearic 3.53, oleic 41.54, linoleic 38.34 and linolenic 1.15. For red corn, crude fat 4.05 g /100 g of corn oil, 8.20% protein; and of the fatty acids (g/100 g), palmitic 13.48, stearic 3.23, oleic 38.19, linoleic 42.82 and linolenic 0.95. There are slight differences with some published data, probably due to climatic conditions that directly affect gene expression. These preliminary results suggest the continuation of the investigation to describe the Creole maize in favor of its conservation.

Key words: Native maize, Ethereal extract, Fatty acids, Protein.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cereal más importante del mundo debido a los distintos usos que se le puede atribuir como: uso industrial, consumo humano y animal (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, 2018). En México, la producción del maíz está dada por pequeños y medianos productores con un total de 75%; la producción de maíz fue de 27 millones 228 mil 242 toneladas entre maíz blanco (consumo humano) y amarillo (fabricación de alimentos balanceados) (Sader, 2020).

La producción nacional por tipo de maíz muestra que 86.7% correspondió a maíz blanco, 12.9% a maíz amarillo y el restante 0.4% a maíces criollos (FIRA, 2019). La Confederación Nacional de Productores Agrícolas de México (CNPAM) establece que la producción de maíz criollo y nativo de México es muy baja (autoconsumo, sin comercialización a escala ni excedente). Los productores siembran los maíces criollos para autoconsumo y cultura, mismos que se usan para la elaboración de platillos tradicionales y coadyuvan a la seguridad alimentaria en zonas marginadas a través de su autoconsumo (Molfino, 2020).

La conservación del maíz criollo es de vital importancia por cuestiones culturales y genéticas, dado que algunas variedades están muy adaptadas a ambientes limitantes de agua y enfermedades. Los cambios culturales, generacionales y la urbanización, entre otros factores, han llevado a la pérdida de variedades (Cowan *et al.*, 2020). Como medida de conservación e impulso de estas variedades, es necesario describir sus potencialidades nutricionales (Cowan, 2019).

En el maíz (*Zea mays*), el término raza es definido por las características fenotípicas, tipo de grano, lugar o región donde inicialmente fue colectada o por el nombre del grupo indígena o mestizo que la cultiva (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2015); mientras que la denotación de maíz criollo se utiliza para indicar los tipos de maíces nativos a una comunidad, región o estado, conformados por poblaciones heterogéneas de plantas,

las que son diferenciadas por los agricultores dado su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo de cultivo y uso (Gaytán-Martínez *et al.*, 2013).

El cultivo de los maíces criollos es realizado por agricultores tradicionales que practican la conservación *in situ* de la diversidad genética del maíz. Los rendimientos de dichos granos son de aproximadamente una tonelada por hectárea y son empleados para el autoconsumo de la familia productora e inclusive como un recurso de ingreso económico (Navarro-Garza *et al.*, 2012). Las variedades de maíces en México no se han descrito adecuadamente por sus características físicas (peso hectolítrico, color, impurezas, daño, entre otros) y químicas, las que le aportan cualidades gastronómicas importantes, ya que son la base de la alimentación (Urango, 2018). Es por eso que está limitada la información al respecto de estas cualidades, aun con los esfuerzos de los programas de conservación de los maíces criollos de México. Por ello se tiene un desconocimiento de ellos en sus zonas de producción, por ejemplo, Navarro-Garza *et al.* (2012) menciona la necesidad de describir estos maíces acorde a las características de la zona de producción, y con ello entender el valor económico y nutricional que proporcionan a las poblaciones consumidoras (Cowan, 2019). Para el caso de la zona oriente del Estado de México, los maíces criollos son apreciados por sus colores: amarillo, rojo y azul, que son empleados para pozole, tamales y platillos típicos locales (Fernández *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo es conocer el contenido total de proteínas y el perfil de ácidos grasos en los maíces criollos de color rojo y azul, de cinco poblados del oriente del Estado de México, como parte preliminar de un estudio integral del contenido nutricional de dichos granos.

METODOLOGÍA

Zona de Estudio: Se recolectaron 23 muestras de maíces pigmentados (azul y rojo) en las localidades de Juchitepec (latitud 19° 6' 24.9" N y longitud 98° 52' 50.3" O), Cuijingo (latitud 19° 5' 5.8" N y longitud 98° 51' 7.3" O), Amecameca (latitud 19° 7' 43.3" N y longitud 98° 46' 5.6" O), Ozumba de Alzate (latitud 19° 6' 18.4" N y longitud 98° 47' 45.5" O) y Atlautla (latitud 19° 1' 53.9" N y longitud 98° 46' 45.2" O), Estado de México (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del muestreo de maíces criollos en cinco poblados del oriente del Estado de México



Fuente: Inegi, 2016.

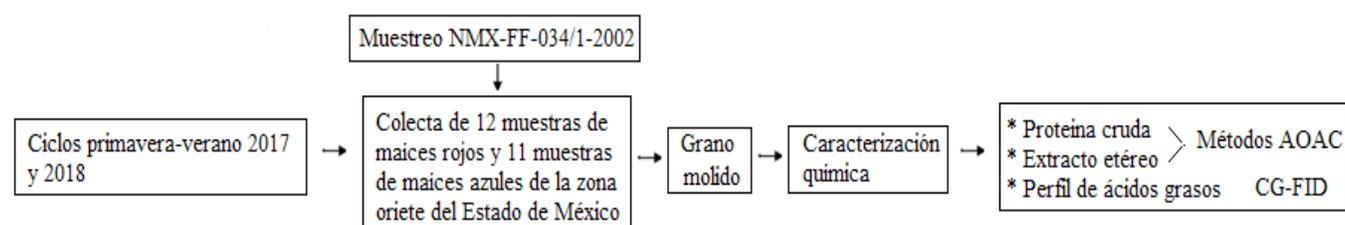
Muestreo: El muestreo se efectuó acorde a la técnica señalada por la NMX-FF-034/1-2002. Se colectaron 11 muestras, de las cuales seis fueron de maíz azul y cinco de maíz rojo, correspondientes a la post cosecha del ciclo primavera-verano 2017, y las 12 restantes fueron seis de maíz rojo y seis de maíz azul, correspondientes al ciclo primavera-verano 2018 (Figura 2). Las muestras de 2-3 kg de grano de maíz se obtuvieron directamente con los productores. El muestreo se realizó siguiendo la técnica de la NMX-FF-034/1-SCFI-2002. El grano de maíz fue sujeto a molienda para proceder con la caracterización química colectado.

Las muestras fueron un total de 23, repartidas como se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Muestras de maíces criollos colectadas en los poblados del Estado de México

Maíz	Colecta 2017 (muestras)	Colecta 2018 (muestras)
Azul	6	6
Rojo	5	6
Total	11	12

Figura 2. Diagrama de la colecta y análisis químico de los granos de maíz criollo



Se analizaron los granos de maíz con metodologías de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) versión del 2010.1.

Extracto etéreo. Con el cual se obtuvo la grasa cruda; se realizó con el método 920.85 de la AOAC con el sistema Goldfish y como disolvente éter de petróleo.

Proteína cruda: Se empleó el método 920.87 de la AOAC con el sistema Kjeldahl, considerando las observaciones de Isengard y Breithaupt (2009).

Perfil de ácidos grasos. La materia grasa se separó por la técnica Soxhlet para ser sometida a una saponificación en un medio alcalino. Los jabones de los ácidos grasos presentes al reaccionar con metanol forman los ésteres correspondientes (Isengard y Breithaupt, 2009).

Preparación de ácidos grasos. El proceso consiste en la saponificación de los ácidos grasos utilizando NaOH en metanol, seguido de la esterificación con solución metanólica de trifloruro de boro para la obtención de los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) (Shantha y Napolitano, 1992; Drozd, 1985).

La preparación de los FAME se realizó de acuerdo al procedimiento descrito en la NMX-F-017-SCFI-2011: Determinación de la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases.

Determinación del perfil de ácidos grasos. Se realizó por cromatografía de gases con detector de ionización de flama (CG-FID). El equipo cromatográfico fue el modelo CP-3800 GC, con auto-inyector (Split/Splitless) que opera con el software Workstation versión 6.6. Se usó una columna capilar ZB-88 (100 m x 0.25 mm (di) x 0.20 μ m (espesor); 1 μ L volumen de inyección). El helio fue usado como gas acarreador con flujo constante de 1.5 mL/min, y como gas complementario el N₂ (25 mL/min); en el caso del detector, se empleó el hidrógeno (30 mL/min) y aire (300 mL/min). La temperatura del inyector y del detector fueron de 250 °C y 260 °C, respectivamente. Cada muestra fue sometida a la rampa de temperatura: 130 °C que se mantuvo por 1 min, aumento de 6.5 °C/min hasta 170 °C, y permanenció en esa condición por 6.15 min. Nuevo aumento de 2.8 °C/min hasta llegar a 215 °C, la cual se mantuvo por 18.08 min. Aumento de temperatura de 10 °C/min hasta llegar a 230 °C, en la que permaneció por 5.37 min. El tiempo total fue de 40.60 minutos.

Para la identificación y cuantificación de los ácidos grasos se utilizó un estándar de una mezcla de 37 ácidos grasos (37 Component FAME Mix analytical standard, Supelco No. Cat. 47885) a una concentración conocida. Para la determinación cuantitativa, se utilizó el método del área porcentual que permite conocer la relación de los componentes de la mezcla por analizar.

La concentración de los ácidos grasos fue expresada en g por cada 100 g del contenido total de aceite. Para el control de calidad del método, en cada grupo de muestras analizadas, se inició y finalizó con la inyección del estándar, para así garantizar la identificación de los picos y corregir ciertas variaciones en los tiempos de retención (Noa *et al.*, 2005).

Se realizó un análisis descriptivo, considerando la media aritmética, mediana y desviación estándar. Además, se realizó una prueba de Tukey con un nivel de confianza de 95%. Los datos se procesaron con el software JMP versión 8.0.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis químicos de los granos de maíces criollos rojos y azules se presentan en el cuadro 2. De los datos de los granos rojos y azules, entre el año 2017 y 2018, no se aprecian diferencias a partir de la desviación estándar.

Cuadro 2. Resultados del extracto etéreo y proteína total cruda de los maíces criollos azules y rojos de los poblados del oriente del Estado de México

Tipo de Análisis	Grano Rojo		Grano Azul	
	2017	2018	2017	2018
Grasa cruda (g/100 g)	4.10 ± 0.07a	4.01 ± 0.64a	4.42 ± 0.38a	4.07 ± 0.80a
Proteína total (%)	8.29 ± 0.44a	8.12 ± 0.37a	7.89 ± 0.30a	8.09 ± 0.22a

Medias con letras diferentes en cada fila son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

El intervalo en el contenido de grasa cruda (extracto etéreo) para los poblados del oriente del Estado de México, durante los años 2017 y 2018, se ubica dentro de los valores publicados para maíces criollos en este período de tiempo. Los registros que ofrecen Peña *et al.* (2017) para maíces criollos en Guanajuato están entre 4.11 y 6.02 g/100 g de grano de maíz. Según los valores de los maíces pigmentados guardan semejanza con los resultados aquí obtenidos y el mismo criterio se tiene para los nativos (Bello-Pérez *et al.*, 2016; Guzmán-Maldonado *et al.*, 2015; Gaytán-Martínez *et al.*, 2013).

Los valores de proteína total muestran cercanía entre ellos con un ligero descenso para el año de 2018. Los datos en la literatura concuerdan con un porcentaje mínimo de 8%, aunque el valor máximo se sitúa en 15% (Gaytán-Martínez, 2013; Bello-Pérez, 2016; Peña *et al.*, 2017; Larkins, 2019). Estos valores en el presente estudio se encuentran dentro del rango informado por los autores mencionados, excepto el lote de maíz azul del ciclo 2017, cuyo valor se encuentra debajo de 8%, sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa (Cuadro 2).

Vázquez-Carrillo *et al.* (2014) establecen que el contenido de proteína en los maíces depende de la interacción genotipo-ambiente. Bello-Pérez *et al.* (2016) mencionan que el contenido proteico determina la dureza de los granos de maíz, y éstos varían de acuerdo al grupo racial y a las condiciones climáticas a las que se somete el cultivo. Por lo que puede explicar el efecto de variación que existe entre el contenido de proteína de un ciclo al otro, puesto que las condiciones ambientales son distintas en ambos casos.

No se aprecia diferencia significativa en el contenido de grasa cruda en los maíces muestreados. La posible razón de esa semejanza, es una identidad racial y condiciones de manejo agrícola semejantes en el temporal, aunque las diferencias geográficas y climáticas (datos no mostrados) no impactaron en el contenido de la grasa cruda y de la proteína total de manera significativa.

Los ácidos grasos (AG) detectados con mayor concentración en esta investigación fueron palmítico, esteárico, oleico y linoleico, que coinciden con investigaciones relacionadas de los maíces criollos en otras regiones de la República Mexicana (Cuadro 3).

Cuadro 3. Perfil de ácidos grasos en aceite de maíz provenientes de cinco poblados del Estado de México

Ácidos grasos (g/100 g de aceite de maíz)	Granos Rojos		Granos Azules	
	2017	2018	2017	2018
Palmítico (C16:0)	14.16a	12.80a	12.50a	16.82a
Esteárico (C18:0)	3.32a	3.14a	3.01a	4.06a
∑AGS ¹	17.48a	15.94a	15.51a	20.88a
Oleico (C18:1)	33.55a	42.84a	42.21a	40.88a
Linoleico (C18:2)	46.48a	39.17a	40.22a	36.47a
Linolénico (C18:3)	0.94a	0.96a	0.91a	1.39a
∑AGI ²	80.97a	82.97a	83.34a	78.74a
O/L ³	0.72a	1.09a	1.05a	1.12a

¹∑AGS: Total de ácidos grasos saturados; ²∑AGI: Total de ácidos grasos insaturados;

³O/L: Relación oleico: linoleico.

El ácido linolénico se encontró en concentraciones por debajo de 1 g/100 g de aceite para el lote de maíz azul (2017) y en ambos lotes de maíz rojo, mientras que en la colecta azul (2018) se encontró una concentración de 1.39 g/100 g de aceite como parte de la variabilidad biológica. Estos datos amplían el panorama del perfil de ácidos grasos en los maíces criollos estudiados. Conviene destacar que las investigaciones de Delucchi *et al.* (2019) y Guzmán-Maldonado *et al.* (2015) han reportado concentraciones menores a 1 g/100 g de aceite de los ácidos grasos caproico, caprílico, laúrico, mirístico, palmitoleico, behénico y lignocérico. Otros investigadores han detectado proporciones similares entre los cuatro ácidos mayoritarios: palmítico, esteárico, oleico y linoleico en otras variedades de maíz (Delucchi *et al.*, 2019).

En el cuadro 3 se aprecian los valores de los ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico, entre distintos estudios (2015, 2017 y 2019) y el presente trabajo. Se ha destacado la importancia del ácido oleico y linoleico como un promotor de efectos benéficos a la salud humana, como es el caso en la relación padecimiento cardiaco-concentración del colesterol bueno (HDL), hipertensión y sensibilidad a la insulina (Mesa-García *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2011; Serna-Saldivar *et al.*, 2015; Delucchi *et al.*, 2019).

Los autores antes mencionados establecen que los maíces criollos son una fuente importante de ácido oleico y linoleico. La relación de ácido oleico / linoleico, cerca o mayor a la unidad, es una situación a favor de los maíces criollos en la cuestión cardiovascular. Los resultados en las muestras analizadas de maíces azules y rojos indican ser una buena fuente de estos ácidos en beneficio de la salud humana y, por consiguiente, el desequilibrio de dicha relación tiene como consecuencia problemas de salud en el sistema nervioso, inmunológico y metabólico (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2015; Martin *et al.*, 2011).

En los resultados obtenidos no se presentan diferencias significativas en los maíces azules (n= 12) y rojos (n= 11), procedentes de las cosechas de 2017 y 2018. Como se aprecia en el cuadro 4, las concentraciones de los ácidos grasos son muy cercanas entre los maíces criollos, con pequeñas variaciones acordes a la situación geográfica y climáticas del cultivo.

Cuadro 4. Valores de los principales ácidos grasos en maíces criollos de México

Autor	Ácido graso	Concentración (g/100 g de aceite)
Guzmán-Maldonado <i>et al.</i> (2015)	Palmítico (C16:0)	11.40-15.00
	Esteárico (C18:0)	2.2-3.5
	Oleico (C18:1)	31.4-46.6
	Linoleico (C18:2)	41.5-53.0
Peña <i>et al.</i> (2017)	Palmítico	10.93-13.32
	Esteárico	1.33-3.88
	Oleico	33.92-42.45
	Linoleico	41.84-50.00
	Linolénico (C18:3)	0.65-0.87
Delucchi <i>et al.</i> (2019) y Wang y White (2019)	Palmítico	9.0-11.6
	Esteárico	1.7-1.8
	Oleico	24-26
	Linoleico	58-60
	Linolénico	0.7-1.1
Este estudio (2020)	Palmítico	12.50-16.82
	Esteárico	3.01-4.06
	Oleico	33.55-42.84
	Linoleico	36.47-46.48
	Linolénico	0.91-1.39

Se efectuaron cromatogramas del perfil de ácidos grasos del maíz azul y rojo en cada una de las muestras colectadas de las cosechas de 2017 y 2018 en los poblados de la zona oriente del Estado de México. A partir de estos resultados destacan los siguientes ácidos grasos: palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico. En la temporada de 2018 se detectaron ligeros cambios en estos valores respecto a los registrados en 2017, influenciados por las variaciones del ambiente (Delucchi *et al.*, 2019; Alezones *et al.*, 2010). Los cultivos de maíces criollos, en su mayoría son cultivados en secano o temporal por lo que su crecimiento y desarrollo es altamente dependiente de las condiciones climáticas, especialmente en cuanto a su contenido de los ácidos palmítico, oleico y linoleico en los maíces azules y rojos (Cuadro 4).

Torres-Morales *et al.* (2010) evaluaron el perfil de ácidos grasos de granos de maíz en función de la zona geográfica de cultivo, contemplando variables como ciclo agrícola, altitud y precipitación, y encontraron diferencias significativas entre el perfil de ácidos grasos de cada una de las localidades evaluadas, lo que los llevó a concluir que los factores ambientales son determinantes en la expresión génica de los ácidos grasos. En el presente estudio, se aprecian los cambios (incremento o disminución), de un ciclo agrícola a otro, en la concentración de los ácidos grasos (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2014), lo que faltaría analizar en las siguientes cosechas para corroborar esta información.

DISCUSIÓN

El genoma de *Zea mays* codifica los componentes y las funciones que la planta expresa a lo largo de su fenología, así como las respuestas de la misma ante los estímulos del medio. Los agentes epigenéticos implicados en la domesticación del maíz en el Altiplano, así como las interacciones con diversos ambientes y el manejo por cientos de años, han dado como resultado razas y variedades en las cuales se expresa mayoritariamente la adaptabilidad, el rendimiento, la mayor presencia de ciertos compuestos u otras cualidades (González-Castro *et al.*, 2013; Conabio, 2011, 2021). En este trabajo se muestran los contenidos de proteína total y el perfil de ácidos grasos en el aceite de maíz, los cuales son indicadores de su valor nutritivo. Los contenidos de los ácidos grasos esenciales encontrados ofrecen una alternativa con un beneficio concreto hacia la salud de los consumidores.

Las cualidades de estas variedades las hacen aptas para proponerlas en la mejora de la nutrición o idóneas en la procuración de la salud frente a enfermedades como diabetes (Serna-Saldívar *et al.*, 2013; Milán-Carrillo *et al.* (2017). Además, puede ampliarse la investigación en la búsqueda de otros componentes funcionales, como antioxidantes

(Gaytán-Martínez *et al.*, 2013). Con esta caracterización inicial de los maíces criollos en esta zona, sería pertinente abordar otras situaciones ambientales y culturales para garantizar el resguardo de la biodiversidad genética de los maíces criollos (Ángeles *et al.*, 2010; Conabio, 2011).

Los estudios relacionados con los maíces criollos se orientan a la preservación debido a su importancia en la gastronomía, la cultura, las costumbres y la identidad de México, para lo cual las revisiones cualitativas y cuantitativa, al respecto, podrían dar una mejor aproximación estadística a los resultados de los estudios que se han realizado con respecto a este tipo maíz en las diferentes regiones del país (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2014; Serna-Saldivar *et al.*, 2015; Molfino, 2020).

La producción de maíces criollos en México son de temporal y sufren varias limitantes productivas, económicas, ambientales y generacionales (Molfino, 2020). Ahumada-Cervantes *et al.* (2014) mencionan que la proyección para el 2030, en materia de producción de 43 de las 47 razas de mayor cultivo presentes en México, es que disminuirá la potencial distribución, lo que implicaría una pérdida de diversidad genética.

CONCLUSIÓN

La caracterización química realizada arroja información preliminar sobre el contenido de proteína y el perfil de ácidos grasos, presentes en maíces criollos de cinco poblados en el Estado de México.

Es necesario tener conocimiento del contenido nutricional de los maíces criollos en México dado que es una excelente alternativa alimenticia. Para ello, se debe contar con información referente a la zona geográfica, variedad y uso alimentario. Por esas razones, es necesario profundizar los estudios mediante la incorporación de variables climáticas, manejo agronómico, grupo racial y zona geográfica, y demás datos del contenido nutricional de los granos, ya que conocer la potencialidad de estos cultivos podrá favorecer su conservación en favor de las poblaciones humanas para su manutención y desarrollo económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (2018). Maíz grano cultivo representativo de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico?idiom=es>. (consultado: 26/06/2021).
- Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., Flores-Tavizón, E., Romero-González, J. (2014). "Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz", en *Investigación y Ciencia*, 22(61): 48-53.
- Alezones, J., Ávila, M., Chassaing, A., Barrientos, V. (2010). "Caracterización del perfil de ácidos grasos en granos híbridos de maíz blanco cultivados en Venezuela", en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 60(4): 397-404.
- Ángeles, E., Ortiz, E., López, P.A., López, G. (2010). "Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(4): 287-296.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2010). *Official methods of analysis*. 18th ed. Washington, DC. EUA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2010). "Fat (Crude) or Ether Extract in Flour". 920.85. En: *Official methods of analysis*. 18th ed. Washington, DC. USA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2010). "2Protein (Total) in Flour". 920.87. En: *Official methods of analysis*. 18th ed. Washington, DC. USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Bello-Pérez, L. A., Camelo-Méndez, G. A., Agama-Acevedo, E., Utrilla-Coello, R. G. (2016). "Aspectos nutracéuticos de los maíces pigmentados: digestibilidad de los carbohidratos y antocianinas", en *Agrociencia*, 50: 1041-1063.
- Carrillo, C. (2009). "El origen del maíz naturaleza y cultura en Mesoamérica", en *Revista Ciencias*, 93: 4-13. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad) (2011). Proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyecto-Maices.html> (consultado: 4/06/2020).
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad) (2021). Razas de maíz de México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz> (consultado: 25/06/2021).

- Cowan, C., Orchardson, E., Rico, S. (2020). El maíz criollo vuelve a casa 50 años después. Disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/multimedia/el-maiz-criollo-vuelve-a-casa-50-anos-despues/> (consultado: 25/06/2021).
- Cowan, C. (2019). Tras los pasos del maíz criollo, 50 años después. Disponible en: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/tras-los-pasos-del-maiz-criollo-50-anos-despues/> (consultado: 25/06/2021).
- Delucchi, C., Percibaldi, M., Trejo, M., Eyhérbide, G. (2019). "Mejoramiento genético del perfil de ácidos grasos del aceite de maíz", en *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(2): 1-23.
- Drozd, J. (1985). *Chemical derivatization in gas chromatography*. Vol. 19. 2a ed., Nueva York, EUA: Elsevier Science Publishers.
- Fernández, R., Morales, L.A., Gálvez, A. (2013). "Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36 (Suplemento 3-A): 275-283.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura) (2019). Panorama Agroalimentario. Disponible en: <https://www.gob.mx/fira/documentos/panorama-agroalimentario> (consultado: 27/02/2020).
- Gaytán-Martínez, M., Figueroa-Cárdenas, J.D., Reyes-Vega, M.L., Morales-Sánchez, E., Rincón-Sánchez, F. (2013). "Selección de maíces criollos para su aplicación en la industria con base en su valor agregado", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Suplemento 3-A): 339-346.
- González-Castro, M.E., Palacios-Rojas, N., Espinoza-Banda, A., Bedoya-Salazar, C. A. (2013). "Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Suplemento 3-A): 329-338.
- Guzmán-Maldonado, S.H., Vázquez-Carrillo, M.G., Aguirre-Gómez, J.A., Serrano-Fujarte, I. (2015). "Contenido de ácidos grasos, compuestos fenólicos y calidad industrial de maíces nativos de Guanajuato", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2): 213-222.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016). Marco geoestadístico municipal. Disponible en: <https://www.cuentame.inegi.org.mx/> (consultado: 21/06/2021).
- Isengard, H.D., Breithaupt, D. (2009). "Análisis de alimentos". En: Campbell-Platt, G. (comp.). *Ciencia y tecnología de los alimentos*. España: Acribia.
- Larkins, A. (2019). "Proteins of the Kernel". En: Serna-Saldivar, S.O. (comp.). *Corn: Chemistry and technology*. EUA: Elsevier Inc.
- Martin, C., Butelli, E., Petroni, K., Tonelli, C. (2011). "How can research on plants contribute to promoting human health?", en *The Plant Cell*, 23: 1685-1699.

- Mesa-García, M.D., Aguilera-García, C.M., Gil-Hernández, A. (2006). "Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria", en *Nutrición Hospitalaria*, 21(Suplemento 2): 30-43.
- Milán-Carrillo, J., Gutiérrez-Dorado, R., Cuevas-Rodríguez, E.O., Sánchez-Magaña, L.M., Rochín-Medina, J.J., Reyes-Moreno, C. (2017). "Bebida funcional con potencial antidiabético y antihipertensivo elaborada con maíz azul y frijol negro bioprocesados", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4): 451-459.
- Molfino, F. (2020). ¿Se podrá rescatar el maíz criollo con tortillerías especializadas?. Disponible en: <https://goula.lat/se-podra-rescatar-el-maiz-criollo-con-tortillerias-especializadas/> (consultado: 5/05/2021).
- Navarro-Garza, H., Hernández-Flores, M., Castillo-González, F., Pérez-Olvera M.A. (2012). "Diversidad y caracterización de maíces criollos. Estudio de caso en sistemas de cultivo en la Costa Chica de Guerrero, México", en *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 9(2): 149-165.
- NMX-F-017-SCFI-2011. Alimentos. Aceites y grasas. Determinación de la composición de ácidos grasos por cromatografía en columna empacada. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación el 28 de abril de 2011. México: Secretaría de Economía.
- NMX-FF-034/1-2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Cereales. Parte I: Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado. Especificaciones y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación el 22 de mayo de 2002. México: Secretaría de Economía.
- Noa, M., Pérez, N., Díaz, G., Vega, S. (2005). *Cromatografía de gases y de líquidos de alta resolución. Aplicación en el análisis de alimentos*. México: Serie Académicos CBS/Universidad Autónoma Metropolitana.
- Peña, S., Gutiérrez, R., Schettino, B. (2017). "Proximate composition, fatty acid profile and mycotoxin contamination in several varieties of Mexican maize", en *Food and Nutrition Sciences*, 8: 861-868.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) (2020). Maíz el cultivo de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-el-cultivo-de-mexico?idiom=es> (consultado: 26/06/2021).
- Salazar, H., Godínez, M. (2010). "El maíz y sus usos estratégicos". En: De León, C., Rodríguez R. (comp). *El cultivo del maíz, Temas selectos II*. México: Mundi Prensa México.
- Serna-Saldivar, S.O., Gutiérrez-Urbe, J.A., Mora-Rochin, S., García-Lara, S. (2013). "Potencial nutraceutico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión", en *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Suplemento 3-A): 295-304.

- Serna-Saldivar, S.O., Gutiérrez-Urbe, J.A., García-Lara, S. (2015). "Phytochemical Profiles and Nutraceutical Properties of Corn and Wheat Tortillas". En: Rooney, L.W., Serna-Saldivar, S.O. (comp.). *Tortillas: Wheat Flour and Corn Products*. EUA: AACC International, Inc.
- Shantha, N.C, Napolitano, G.E. (1992). "Gas chromatography of fatty acids", en *Journal of Chromatography*, 624: 37-51.
- Torres-Morales, B., Coutiño-Estrada, B., Muñoz-Orozco, A., Santacruz-Varela, A., Mejía-Contreras, A., Serna-Saldivar, S., García-Lara, S., Palacios-Rojas, N. (2010). "Selección para contenido de aceite en el grano de variedades de maíz de la raza comiteco de Chiapas, México", en *Agrociencia*, 44: 679-689.
- Urango M. L. A. 2018. Componentes del maíz en la nutrición humana. En: Algunos componentes generales particulares y singulares del maíz en Colombia y México. Edit. Gloria Marcela Hoyos Gómez. Universidad de Antioquía. pp. 185-208.
- Vázquez-Carrillo, M.G., Santiago-Ramos, D., Salinas-Moreno, Y., López-Cruz, J., Ybarra-Moncada, M.C., Ortega-Corona, A. (2014). "Genotipos de maíz (*Zea mays* L.) con diferente contenido de aceite y su relación con la calidad y textura de la tortilla", en *Agrociencia*, 48(2): 159-172.
- Wang, T. y White P. J. 2019. Lipids of the kernel. In: Corn. Chemistry and technology. Serna-Saldivar S.O. Ed. AACC International, Woodhead Publishing. Pp. 337-368.

Guía para autores

Tipo de contribución

1. Artículos de investigación
2. Notas de investigación
3. Ensayos y revisiones bibliográficas
4. Reseñas de libros y comentarios

Los *Artículos de investigación* deben reportar resultados de investigaciones originales y no haber sido entregados para su publicación en cualquier otro medio. Los artículos no deben rebasar más de 30 cuartillas manuscritas incluyendo figuras, cuadros, referencias, etc.

Las *Notas de investigación* son una descripción concisa y completa de una investigación limitada, la cual no puede ser incluida en un estudio posterior.

La *Nota científica* debe estar completamente documentada por referencias bibliográficas y describir la metodología empleada como en un artículo de investigación. No deberá exceder las 15 cuartillas, incluyendo figuras, cuadros y referencias.

Los *Ensayos y revisiones bibliográficas* deben incluir un tema de interés actual y relevante. Estos trabajos no deben exceder las 20 cuartillas.

Las *Reseñas de libros* pueden ser incluidas en la revista en un rango de libros relevantes que no tengan más de 2 años de haber sido publicados. Las reseñas no deben exceder las 6 cuartillas.

Presentación de textos

La presentación implica que todos los autores autorizan la publicación del documento y que están de acuerdo con su contenido. Al aceptar el artículo la revista puede cuestionar a el (las, los) autor(as, es) para transferir el derecho de su artículo a la editorial.

Los trabajos para consideración pueden ser enviados de dos formas:

1. Archivo electrónico. Se enviará en documento de word como un archivo adjunto al correo electrónico aalvarez@correo.xoc.uam.mx. Mediante la misma vía se realizará el acuse de recibo.
2. Documento impreso (papel). Se enviarán las copias impresas por mensajería a:

Adolfo Álvarez Macías

Director Editorial

Revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*

Edificio 34, 3° piso, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, CP 04960, México, D.F.

Tel: 5483-7230 y 31

Archivo electrónico

Se enviará el trabajo en dos archivos adjuntos. El primero incluirá el texto completo; el segundo, en caso de existir, las gráficas, tablas o figuras. El documento deberá tener los cuatro márgenes de 2.5 centímetros y numerarse de manera continua todos los renglones. El tipo de letra será Arial, tamaño 12 puntos a espacio de 1.5 de interlínea. Las cuartillas deberán estar numeradas.

Documento impreso

Para la consideración inicial del texto, es necesario enviar tres copias impresas en total, adjuntando las versiones electrónicas. Posterior a la aceptación final, deberá enviarse en un disco compacto (CD) con dos archivos: la versión final y una sugerencia de cómo quedaría impreso. En la etiqueta del disco, es necesario indicar el nombre de los archivos así como de los autores.

Preparación y consideraciones generales para el manuscrito

1. El texto deberá ser escrito en español, inglés o francés.
2. Si se decide enviar el documento impreso, es necesario adjuntar las ilustraciones originales y dos juegos de fotocopias (tres impresiones de una fotografía).
3. Deberá tener las líneas numeradas, incluyendo resumen, pies de página y referencias.
4. El texto deberá tener el siguiente orden:
 - Título (Claro, descriptivo y corto).
 - Nombre de el (las, los) autor (as, es).
 - Teléfono, correo electrónico y fax del primer autor para recibir correspondencia.
 - Dirección actual de el (las, los) autor (as, es).
 - Resumen.
 - Palabras clave (términos indexados) de 3 a 6.
 - Introducción.
 - Descripción del área, métodos y técnicas.
 - Resultados.
 - Discusión.
 - Conclusión.
 - Agradecimientos y reconocimientos.
 - Referencias.
 - Cuadros.
 - Mapas o anexos diversos.

Nota: El título y subtítulo deberán estar en líneas diferentes sin sangrías. Se utilizarán altas y bajas; se escribirá con mayúsculas el carácter inicial y los nombres propios.

5. Se deben utilizar unidades del Sistema Internacional (SI).

Resumen

El resumen deberá ser claro, descriptivo y contener no menos de 800 ni más de 900 caracteres sin considerar los espacios para cada uno de los idiomas en que se presente. Se deberá incluir el resumen en español.

Es conveniente incluir en el resumen los resultados más significativos así como las principales conclusiones.

Cuadros

1. El autor deberá tener en cuenta las limitaciones en tamaño y presentación de la revista. Deberán evitarse cuadros largos, y exceder las dimensiones de una cuartilla (21 x 27.9 centímetros). El cambiar columnas y renglones puede reducir la dimensión del cuadro.
2. Los cuadros se enumeran de acuerdo a su secuencia en el texto y en números arábigos. El texto debe incluir la fuente de todos los cuadros.
3. Cada cuadro estará impreso en una cuartilla separada del texto.
4. Cada cuadro debe tener un título corto y autoexplicativo. El tipo de letra deberá ser el mismo que el utilizado en el texto (arial, 12 pts.) y colocarse al centro y arriba.
5. Los cuadros elaborados deberán ser propios con base en la información generada por los (as) autores (as). Si llegasen a utilizar información secundaria, deberá darse el crédito correspondiente a la fuente utilizada.

Ilustraciones

1. Todas las ilustraciones (mapas, líneas de dibujo y fotografías) deberán enviarse por separado, sin marco y ajustarse al tamaño de una cuartilla (21 x 27.9 cm).
2. Las ilustraciones deberán ser secuenciadas con números arábigos de acuerdo al texto. Las referencias deben ser hechas en el texto para cada ilustración.
3. Las ilustraciones que contengan texto deberán estar en Indian ink o en etiquetas impresas. Asegurarse que el tamaño del caracter sea lo bastante grande para permitir una reducción del 50% sin volverse ilegible. Los caracteres deberán estar en español, inglés y francés. Usar el mismo tipo de caracter y estilo de la revista.
4. Cada ilustración debe tener una leyenda.
5. Las fotografías sólo son aceptables si tienen un buen contraste e intensidad. Las copias deben ser nítidas y brillantes.
6. Pueden enviarse ilustraciones a color, pero deberá tomarse en cuenta que serán convertidas en escala de grises para su publicación.
7. El formato de entrega será tiff o eps en alta resolución (300 dpi a tamaño carta o proporcional para su manejo).

Referencias

1. Todas las publicaciones citadas a lo largo del documento deberán ser presentadas con datos en la lista de referencias al final del texto.

2. Dentro del texto, al referirse a un autor (as, es) deberá hacerse sin inicial seguido del año de publicación y, de ser necesario, por una referencia corta sobre las páginas. Ejemplo: “Desde que Martínez (2007) demostró que...”, “Esto coincide con resultados posteriores (Sánchez, 2009: 20-21)”.
3. Si la referencia que se indica en el texto es escrita por más de dos autores, el nombre del primer autor será seguido por “et al.” o “y colaboradores”.
4. La lista de referencias deberá indicarse en orden de acuerdo al apellido de el (as, os) autor (as, es), y cronológicamente por autor.
5. Usar el siguiente sistema para indicar las referencias:

a. De publicación periódica

Gligo, N., 1990, “Los factores críticos de la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola”, *Comercio Exterior*, 40(12):135-142.

b. Editado en Simposium, edición especial etc, publicación en periódico

CIAT-UNEP, 1995, Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe, Documento de discusión, Taller regional sobre uso y desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad, PNUMA, México.

c. De libros

Sassen, S., 1999, *La ciudad global*, EUDEBA/Universidad de Buenos Aires, Argentina.

d. De un capítulo en libro

Muñoz, O., 1991, “El proceso de industrialización: teorías, experiencias y políticas”, en Sunkel, O., (comp.), *El desarrollo desde dentro*, Lecturas, núm. 71, FCE, México.

e. De tesis

Evangelista, O. y C. Mendoza, 1987, *Calendarios agrícolas en cuatro ejidos del Municipio de Coxquibui, Veracruz*, tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

f. De referencias de sitios

Banco Central de la República Argentina, 2005. “Entidades Financieras: Información por entidad”, disponible en <http://www.bcr.gov.ar/comunes/p0003.asp>, consultado el 23/01/2005. Fecha última actualización: 07/01/2005. Unión Cívica Radical: Comité Nacional (UCR Web). Disponible en: <http://wwwwww.ucr.org.ar/>, consultado el 28/10/2000.

g. De artículos de publicaciones periódicas en bases de datos

Schrader, A., 1999, "InternetCensorship: Issues for teacher-librarian", en *Teacher Librarian*, vol. 26, núm. 5, Academic Search Elite, pp. 8-12, disponible en <http://www.epnet.com/ehost/login.html>, consultado el 28/11/2000.

Para otros ver detalles en página web de la revista.

Fórmulas

1. Las fórmulas deberán ser escritas de acuerdo a los estándares de la revista. Dejar un espacio amplio alrededor de las fórmulas.
2. Los subíndices y superíndices deberán ser claros.
3. Los caracteres griegos y otros no latinos o símbolos escritos a mano deberán ser explicados e indicar su significado al margen de la página en donde aparecen por primera vez. Tener especial cuidado para mostrar claramente la diferencia entre un cero (0) y el caracter O y entre el 1 y el caracter I.
4. Para indicar fracciones simples, utilizar la diagonal (/) en lugar de una línea horizontal.
5. Enumerar, en paréntesis, las ecuaciones a la derecha. En general, sólo las ecuaciones explícitamente referidas en el texto, necesitan ser numeradas.
6. Se recomienda el uso de fracciones en lugar de signos de raíz.
7. Los niveles de significancia estadística que son mencionados sin más explicación son $P < 0.05 = *$, $P < 0.01 = **$ y $P < 0.001 = ***$
8. En las fórmulas químicas, las valencias de los iones deberán indicarse, por ejemplo, como Ca^{2+} y no como Ca^{++} .

Pie de página

1. Se recomienda hacer los pies de página a través de un procesador de textos.
2. En caso de utilizarlos, deberán numerarse en el texto, indicando el número como superíndice y que sean tan cortos como sea posible. El tamaño del carácter será de 8 pts.

Nomenclatura

1. Los autores y editores aceptarán las normas de nomenclatura biológica vigente.
2. Todos los seres vivos (cultivos, plantas, insectos, aves, mamíferos, etc.) deberán ser identificados por sus nombres científicos, con excepción del nombre común de animales domésticos.

3. Todos los seres vivos y otros compuestos orgánicos deberán ser identificados por sus nombres genéricos cuando son mencionados por primera vez en el texto. Los ingredientes activos de todas las formulaciones deberán ser igualmente identificadas.

Derechos de autor

1. Cuando el autor cite algún trabajo de otra persona o reproduzca una ilustración o tabla de un libro o artículo de revista debe estar seguro de no estar infringiendo los derechos de autor.
2. Aunque en general un autor puede citar de otro trabajo publicado, debe obtener permiso del poseedor del derecho de autor si se requiere reproducir tablas, placas u otras ilustraciones.
3. El material en trabajos no publicados o protegidos, no podrá ser publicado sin obtener el permiso por parte del poseedor de los derechos.
4. Deberá incluirse un agradecimiento por algún material autorizado para su publicación.

Criterios de ditaminación y pruebas del formato del trabajo

1. Una vez revisado, conforme a las políticas de la revista, cada texto será sometido para su dictamen al menos a dos revisores miembros del Comité Editorial. Para ser publicado cada trabajo deberá contar con dos dictámenes aprobatorios.
2. Si el documento cuenta con observaciones, se regresará el texto para la corrección. Una vez realizadas las correcciones conforme a los criterios de evaluación del Comité Editorial de la revista, se enviará una prueba de formación al autor correspondiente. Sólo los errores tipográficos serán corregidos; no se harán cambios o adiciones al documento.

Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente.
Revista electrónica
Se terminó de formar en febrero de 2021