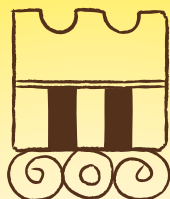


Sociedades Rurales

Producción y Medio Ambiente



Revista semestral del Departamento de Producción Agrícola y Animal
de la UAM-X ISSN 2007-7556



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

31

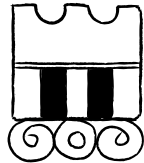
julio 2016

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
Dr. Salvador Vega y León

Secretario General
M. en C. Q. Norberto Manjarrez Álvarez

UNIDAD XOCHIMILCO

Rectora
Dra. Patricia E. Alfaro Moctezuma

Secretario
Lic. Guillermo Joaquín Jiménez Mercado

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Director
Mtro. Rafael Díaz García

Jefa del Depto. de Producción Agrícola y Animal
Dr. Rey Gutiérrez Tolentino

Director de la revista
Adolfo Álvarez Macías

Comité editorial

Encarnación Aguilar Criado, Universidad de Sevilla
Benjamín Ortíz Espejel, Universidad Iberoamericana,
Campus Puebla

Raquel Marbán Flores, Universidad Complutense

Luis Amado Ayala Pérez, UAM-X

Dan Badulescu, British Columbia University, Canadá

José Alfredo Cesín Vargas, UAER, UNAM

J. Charles Donato Rendón, Universidad Nacional de Colombia

Antonio Flores Macías, UAM-X

Rey Gutiérrez Tolentino, UAM-X

Germán Mendoza Martínez, UAM-X

Raúl Moreno M., Consultor Internacional Costa Rica

Mario Noa Pérez, Universidad de Guadalajara

María Teresa Núñez Cardona, UAM-X

Guadalupe Prado Flores, UAM-X

Guillermo Téllez, Universidad de Arkansas

Jorge Ignacio Servín Martínez, UAM-X

Juan Ku Vera, Universidad de Yucatán

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

Corrección
D. C. G. Amada Pérez¹

SOCIEDADES RURALES, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Año 2016, número 31, diciembre-julio de 2016, 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: <http://srpma.xoc.uam.mx> 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.

Índices de revistas a los que pertenece SRPMA: LATINDEX y PERIODICA.

Responsable de la última actualización de este número: Mary Carmen Martínez Santana, asesor externo, correo: macma_577@hotmail.com, fecha de última modificación: 30 de septiembre de 2016. Tamaño del archivo 2200 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 CIENTÍFICOS	
Evaluación de la multifuncionalidad de sistemas de producción agrícola en el Sur de Jalisco, México <i>Silvia Salcido Ruiz, Peter R. W. Gerritsen y Arturo Moreno Hernández</i>	17
Percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos entre los productores de aguacate de Tancítaro, Michoacán <i>María Carolina Pinilla Herrera y Fernando Briones</i>	47
Crecimiento del Barbo rosy <i>Puntius conchonius</i> (Teleostei: Cyprinidae) bajo distintas condiciones nutricionales <i>Omar Domínguez Castanedo y David Martínez Espinosa</i>	71

Evaluación bromatológica y co-contaminación con aflatoxinas y fumonisinas en la semilla de maíz protegida con plaguicidas.	91
<i>Silvia D. Peña Betancourt, Alberto Trujillo Campos y Beatriz S. Schettino Bermudez</i>	
Propiedad Intelectual sobre las variedades vegetales y comercialización de semillas en México. ¿En riesgo los derechos colectivos?	109
<i>Arcelia González Merino</i>	
NOTA DE INVESTIGACIÓN	
La guía ISO 26.000 y su importancia en la protección de la biodiversidad en Argentina	141
<i>Clara María Minaverry, Teresa Gally y Francisco Pantuso</i>	
ENSAYO	
Cuando el Tequila fue para todos, en el mercado norteamericano	157
<i>Ana Guadalupe Valenzuela Zapata</i>	
RESEÑA	
Biotecnología ¿en qué le concierne a la sociedad?	171
<i>Lidia Reyes Vasquez</i>	
Guía de autores	175

Editorial

La revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* se viene publicando en el Departamento de Producción Agrícola y Animal, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, desde el año 1990. La publicación inició en forma impresa, no obstante, en la actualidad se ha venido consolidando como revista electrónica.

En ese sentido, la revista está en un proceso de mejora continua de sus procesos editoriales, apegándose a los criterios de calidad que emiten los organismos especializados. Por ello, en los últimos números se han mantenido contenidos con mayor número de colaboraciones, aun cuando esto ha propiciado ciertos retrasos en la aparición de la revista, pero manteniendo su continuidad.

En cualquier circunstancia, se valoran los avances alcanzados, que esencialmente pueden atribuirse a los autores, árbitros, comentaristas y editoras, así como al respaldo de la Jefatura del Departamento de Producción Agrícola y Animal. En esa línea, desde la dirección de la revista se ha actuado para elevar la calidad de las contribuciones, agilizar los periodos de interacción entre autores y árbitros, asimismo ampliar la cartera de éstos, adicionalmente ampliar la difusión de la revista para captar mayor número de participaciones.

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 socie-

dades rurales, producción y medio ambiente– propongan aportaciones derivadas de sus investigaciones. La participación puede ser directa o por medio de la invitación de pares académicos, estudiantes de posgrado y cualquier otro actor con potencial para proponer trabajos susceptibles de ser publicados.

En este número se vuelven a presentar trabajos de temáticas variadas, traduciendo las crecientes preocupaciones y áreas de estudio seleccionadas por los autores. Así, en el primer artículo se hace una propuesta para construir un marco metodológico del Índice de Multifuncionalidad de Sistemas de Producción Agrícola, a partir del cual es factible analizar cuatro ámbitos de la multifuncionalidad: territorial, ambiental, económico y social. Este planteamiento se ha aplicado en sistemas agrícolas del sur de Jalisco, develándose que el índice de multifuncionalidad aumenta cuando en los sistemas se favorece: la heterogeneidad espacial y temporal, las prácticas conservacionistas, el fortalecimiento de la economía local, la generación de empleo, la seguridad alimentaria, la preservación del conocimiento campesino y la participación social. Se concluye que este instrumento permite monitorear la multifuncionalidad de los sistemas de producción agrícola a través del tiempo y favorecer una toma de decisiones orientada al manejo sustentable de la agricultura.

En un segundo artículo se analizan las percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos con los productores de aguacate de Tancítaro, Michoacán. Para ello, se realizó una ponderación del clima como factor de riesgo para los sistemas de producción. A lo largo del rango altitudinal se detectaron diversas amenazas hidrometeorológicas que afectan de manera diferencial a los productores. En este tenor, la ocurrencia de eventos extremos como heladas, granizadas y sequías es un aspecto que se traduce en perspectivas negativas y positivas, riesgos y oportunidades para los diversos productores de aguacate. La ponderación de la incertidumbre climática como factor de riesgo en la producción, frente a otros aspectos socio-institucionales locales que influyen en

la productividad, es heterogénea, sin embargo, no en todos los casos se percibe al clima como la principal amenaza para su producción.

La tercera contribución comprende un análisis sobre el Crecimiento del Barbo *rosy Puntius conchonius* (Teleostei: Cyprinidae) bajo distintas condiciones nutricionales, en el cual se evaluó el crecimiento de *Puntius conchonius* con tres regímenes alimenticios, uno comercial y dos experimentales de bajo procesamiento y costo: el primero de lombriz de tierra y el segundo de tenebrio. Las dietas fueron evaluadas durante cinco semanas, revelándose, con base en los indicadores utilizados, que el alimento más adecuado para el cultivo de *P. conchonius* fue el de lombriz.

En una línea distinta, se presenta una determinación de la composición química bromatológica y co-contaminación de micotoxinas en 17 genotipos de semilla de maíz protegida con plaguicidas y un colorante, obtenidos del campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de Jiutepec Mor. Se exponen los resultados en relación con el contenido de materia seca, proteína bruta, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, lípidos totales, fumonisinas totales y aflatoxina B1. Se concluye que la semilla de maíz protegida con plaguicidas presenta una co-contaminación por fumonisinas y aflatoxina B1, por lo que se propone la estimación de la necesidad de una estimación del riesgo de toxicidad para la salud humana y animal.

Se suma otra participación en torno a la Propiedad Intelectual sobre las variedades vegetales y comercialización de semillas en México, con el objetivo de analizar los efectos del sistema de propiedad intelectual de las variedades vegetales y el de la Ley de Semillas vigente, respecto a los derechos colectivos de pequeños productores y comunidades locales sobre sus semillas, especialmente en el caso del maíz. También se examinan los posibles efectos que la nueva Ley de Producción, Certificación y Comercialización sobre las variedades nativas traería a los pequeños agricultores y comunidades indígenas productores de maíz y las posibles repercusiones sociales en México.

En la misma línea, se analiza el aporte que podría derivar de la aplicación de normas voluntarias, desde la aparición de la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, específicamente en la protección de la biodiversidad en Argentina. Para ello, se utilizó el método de observación directa y el analítico, y los datos cualitativos recogidos fueron secundarios. Se realizó un análisis de tres importantes herramientas: la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, los instrumentos internacionales y las normas jurídicas ambientales locales tendientes a la protección de la biodiversidad y del ambiente.

Finalmente, en un ensayo se discute la evolución de la percepción del tequila a través de los medios en Estados Unidos de América, lo cual muestra una transformación significativa y muy distinta a la que predomina en los medios nacionales. Bajo esa perspectiva, y a la luz de un libro que sirve de pretexto analítico, se aborda la masificación de la producción del tequila, las influencias sobre la sustentabilidad y el activismo en favor de la biodiversidad ligada al mezcal, para concluir en el hecho de que las leyes de México impactan negativamente en los pequeños productores de mezcales artesanales, sin cabida en las Denominaciones de Origen y sin opciones para una venta microregional.

Este volumen cierra con la reseña del libro *Biotecnología y Sociedad*, en el cual se analiza el papel que en la actualidad representan los avances tecnológicos y científicos en materia de organismos genéticamente modificados (OMG), resaltando las repercusiones sociales, culturales, económicas y ambientales que se están gestando a partir de su introducción en los países con economías emergentes, como es el caso de México.

Finalmente, cabe reiterar que el proceso de mejora general en que se mantiene la revista se reforzará para que se logre el reconocimiento necesario que atraiga a nuevos autores y lectores, por tanto, son bienvenidas todas las sugerencias y observaciones que se consideren pertinentes y coadyuven en este proceso.

Adolfo Álvarez Macías
Director

Política de la revista

Desde el Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, se continúa con la misión de publicar regularmente y avanzar en la consolidación de la revista *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* para que, a su vez, ésta sirva de instrumento de promoción y difusión del trabajo científico del personal académico del propio Departamento, así como de sus pares académicos.

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 los territorios rurales, en el marco de un sistema alimentario mundial en permanente evolución.

Las temáticas que se privilegian en esta publicación comprenden los procesos que inciden en los distintos modelos de producción agropecuaria, silvícola, acuícola y pesquera, así como las actividades conexas al desarrollo rural bajo los métodos de análisis y la aplicación del conocimiento biológico, ambiental y socioeconómico, sin olvidar los análisis interdisciplinarios que se vienen construyendo. 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 y culturales- que enfrentan las sociedades a

través de sus territorios rurales, la agricultura, los recursos naturales, la alimentación y el desarrollo regional. En esa lógica, se trata de que se discutan y formulen alternativas de solución para los diversos 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 esa perspectiva, se pretende que las distintas contribuciones en la revista aborden la temática con rigor científico y con una visión humanista que brinde proyección y sentido a los resultados presentados.

En ese marco, 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.

De esta forma, 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 segunda 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.

Finalmente, habría que subrayar el hecho de que esta revista está inscrita en LATINDEX, así como en PERIODICA, esperando en el futuro cercano avanzar en ese sentido.

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

Adolfo Álvarez Macías, Director de la revista

Edificio 34, tercer piso, jefatura del Departamento de Producción Agrícola y Animal.

Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, Ciudad de México.

Tels. 5483-7230 y 7231.

aalvarez@correo.xoc.uam.mx

La guía para autores puede consultarse en: <http://srpma.xoc.uam.mx>.

Evaluación de la multifuncionalidad de sistemas de producción agrícola en el sur de Jalisco, México

Silvia Salcido Ruiz,¹ Peter R. W. Gerritsen y Arturo Moreno Hernández

Resumen. *En este artículo se expone la construcción de un marco metodológico denominado Índice de Multifuncionalidad de Sistemas de Producción Agrícola (IMSPA), el cual permite analizar cuatro ámbitos de la multifuncionalidad (Territorial, Ambiental, Económico y Social) a través de 12 funciones. Se implementó en sistemas agrícolas del sur de Jalisco, y los resultados mostraron que el índice de multifuncionalidad aumenta cuando en los sistemas se favorece: la heterogeneidad espacial y temporal, las prácticas conservacionistas, el fortalecimiento de la economía local, la generación de empleo, la seguridad alimentaria, la preservación del conocimiento campesino y la participación social. Como herramienta de análisis, el IMSPA puede utilizarse para monitorear la multifuncionalidad de los sistemas de producción agrícola a través del tiempo, así como para favorecer una toma de decisiones que repercuta en un manejo sustentable del campo agrícola.*

Palabras clave: *multifuncionalidad de la agricultura, sistema de producción, indicador, sustentabilidad.*

Abstract. *This article describes the construction of a methodological framework called Multifunctionality Index of Agricultural Production Systems (MIAPS),*

¹ Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, e-mail: silesad@yahoo.com.mx

which allows to analyse four areas of multifunctionality (Territorial, Environmental, Economic and Social), consisting of twelve functions. The multifunctionality of agricultural systems in the south of Jalisco state was evaluated, showing that the index of multifunctionality increases when the following production systems are strengthened: spatial and temporal heterogeneity, conservation practices, local economy, job creation, food security, preservation of rural knowledge and social participation. We conclude that the MIAPS can be used as an analytical tool to monitor the multifunctionality of agricultural production systems over time; and to encourage decisions that impact on sustainable management of agricultural field.

Key words: *multifunctionality, farming system, indicator, sustainability.*

INTRODUCCIÓN

A partir de los años ochenta se formó un contexto donde se incorporan los flujos financieros internacionales, la cobertura mundial del capitalismo y la uniformidad cultural que dieron lugar a un proceso globalizador que provocó impactos en los espacios rurales, tales como una pérdida de la estructura económica campesina, migración hacia zonas urbanas y pérdida de conocimientos y tradiciones productivas (Trpin, 2005; Morales, 2004). Las transformaciones generadas a partir del proceso de la globalización neoliberal impulsaron a buscar nuevos conceptos que captaran los cambios con mayor claridad; así, en los años noventa, surgieron simultáneamente dos conceptos de análisis relacionados, a la vez complementarios: la nueva ruralidad en América Latina y la multifuncionalidad de la agricultura en Europa (Kay, 2009; Bonnal *et al.*, 2003).

La nueva ruralidad reconoce la existencia de cambios importantes en el campo que marcan una nueva etapa en su relación con la ciudad a nivel económico, sociocultural, ambiental y político; donde algunos procesos desaparecen o se desgastan (la reforma agraria o la revolución

verde, por ejemplo), y otros surgen o cobran mayor importancia (la descentralización, el género, la participación y democracia, entre otros) (Carton de Grammont, 2004; Bonnal *et al.*, 2003; Echeverri y Ribero, 2002).

Además, como respuesta a la nueva ruralidad, surgió la noción de pluriactividad, refiriéndose a una estrategia de adaptación a las cambiantes condiciones técnicas, económicas e institucionales que se generaron con la globalización, por lo que los campesinos cambiaron a dedicarse al ejercicio de un conjunto variado de actividades económicas y productivas, que no necesariamente se vinculan a la agricultura (Bautista y Ramírez, 2008; Torres, 2008).

Por su parte, la multifuncionalidad de la agricultura entra en contexto cuando, a nivel internacional, se presta atención a los nuevos aspectos de la misma que permitirían afrontar la preocupación sobre la seguridad alimentaria, la productividad y la sostenibilidad en el futuro (FAO, 1999). En este sentido, este concepto representa una forma de analizar la actividad desde una perspectiva más integral, ya que contempla la totalidad de productos, servicios y externalidades que brinda la agricultura en un espacio dado, lo cual tiene un impacto directo o indirecto en la economía, el ambiente y la sociedad (Ayala y García, 2009; Rodríguez, 2008; Bonnal *et al.*, 2003; Huylenbroeck y Durand, 2003).

En la Cumbre de Río, en 1992, se incitó a incrementar el saber científico en pro de alcanzar un desarrollo sustentable, a raíz de lo cual, la conceptualización de la Agricultura y Desarrollo Rural Sustentable (ADRS), y del Carácter Multifuncional de la Agricultura y la Tierra (CMFAT) permitieron particularizar la investigación sobre la multifuncionalidad de la agricultura (FAO, 1999).

Al respecto, diversas investigaciones se enfocaron en el análisis teórico de la multifuncionalidad (por ejemplo, Renting *et al.*, 2009; Moyano y Garrido, 2008; Huylenbroeck y Durand, 2003; Reig, 2002; OCDE, 2001; FAO, 1999), y también se realizaron estudios de caso que muestran este concepto en la práctica (Ayala y García, 2009; Gómez-Limón *et al.*, 2007; Kallas y Gómez-Limón, 2007; De Pablo y Díaz, 2002; Rodríguez-

Borray, 2002). En este sentido, se reconoce que la construcción de esquemas que permitan la evaluación de la multifuncionalidad constituye un paso importante en el desarrollo y fortalecimiento del concepto mismo (Ayala y García, 2009; Reig, 2002).

En tal contexto, el presente artículo expone la construcción de un marco metodológico, denominado Índice de Multifuncionalidad de Sistemas de Producción Agrícola (IMSPA), como herramienta de análisis en la evaluación de sistemas de producción agrícola² en el sur de Jalisco.

MARCO METODOLÓGICO DEL IMSPA

El planteamiento teórico que sustenta el desarrollo del IMSPA se compone de dos conceptos claves que se relacionan entre sí, y que contribuyen en la conceptualización de la multifuncionalidad de la agricultura: la agroecología y el desarrollo sustentable, sin los cuales la realización de esta actividad productiva seguiría una ruta donde la convencionalidad marcaría los pasos a seguir, al considerar un planeta infinito en recursos naturales, un desarrollo económico exponencial y la generación de externalidades negativas sin repercusión alguna.

² El sistema de producción se encuentra delimitado por la unidad de producción, y se compone de la instancia de gestión, administración y decisión, además de los medios de producción que se poseen: tierra, agua, recursos genéticos, animales y vegetales; también se cuenta con herramientas, mano de obra, capital y conocimiento. Al interior de un sistema de producción se consideran como subsistemas al sistema de cultivo y al sistema ganadero (FAO, 2005). Villaret (1993) lo define como el conjunto estructurado de las producciones vegetales y animales, establecido por un productor para garantizar la reproducción de su explotación, resultado de la combinación de los medios de producción y de la fuerza de trabajo disponible en un entorno socioeconómico y ecológico dado.

La agroecología surge en los años setenta, y concibe a la agricultura desde un enfoque transdisciplinario que presta especial atención en las prácticas productivas (Altieri y Nicholls, 2000); mientras que el desarrollo sustentable se dio a conocer en el Informe de Brundtland, como aquel desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, haciendo explícito el interés sobre las repercusiones negativas que se generaban en el medio ambiente en beneficio de un crecimiento económico que no era sostenible (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

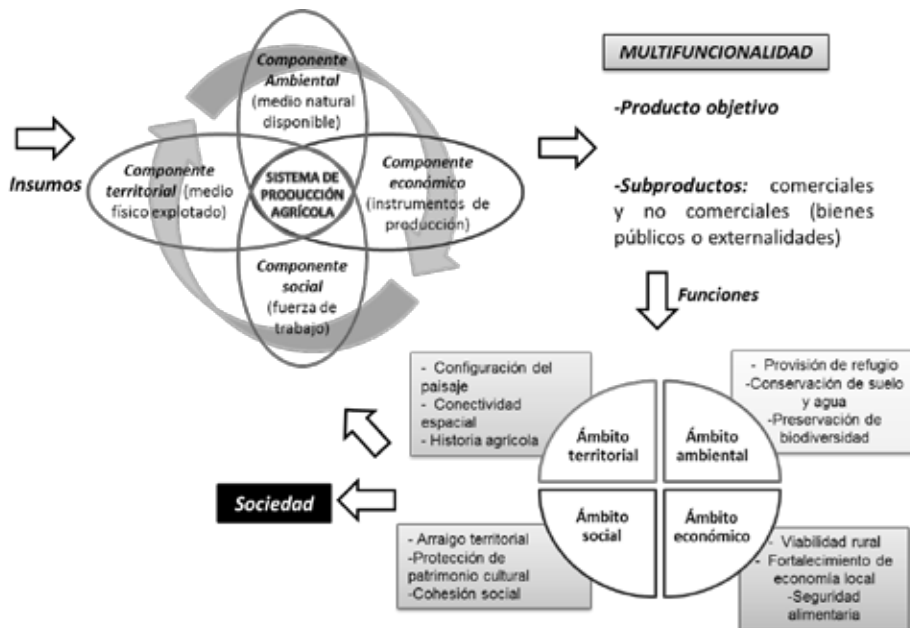
El reconocimiento de que la actividad agrícola genera diversas funciones, que no necesariamente están consideradas de manera explícita dentro del proceso de producción, permite un esquema que valora esta actividad desde una perspectiva más integral, al resaltar elementos de la agroecología y fijando objetivos que le aporten sustentabilidad.

El IMSPA retoma la perspectiva sistémica de la agricultura³ al definir como nivel de análisis al propio sistema de producción agrícola, que contempla un componente territorial que involucra el medio explotado; es decir, el espacio donde se desarrolla el sistema; el componente ambiental considera los recursos naturales disponibles; el componente económico se integra por los instrumentos de producción y el componente social involucra al ser humano como fuente generadora de fuerza de

³ La aplicación del enfoque sistémico a la agricultura se remonta a los años setenta, en dos países principalmente: Francia y Estados Unidos, como respuesta a la necesidad de producir conocimiento sobre los modos de aprovechamiento que las sociedades rurales hacían de su medio. El enfoque comprende el estudio de las transformaciones de la sociedad rural y la actividad agrícola; y se identifican tres niveles de organización: sistema de cultivo, sistema de producción y sistema agrario, estos conceptos son herramientas de análisis en una investigación dada (FAO, 2005; Pillot, 1993; Villaret, 1993).

trabajo. Estos componentes no son excluyentes, sino complementarios, y se encuentran interactuando, generando así un sistema de producción agrícola que, como en cualquier sistema abierto, contempla entradas (insumos) y salidas (productos), y donde se sitúa la multifuncionalidad al originar, además del producto objetivo, subproductos que abarcan los ámbitos territorial, ambiental, económico y social, reconociendo en cada uno funciones principales que repercuten en el propio sistema o fuera de él (Figura 1).

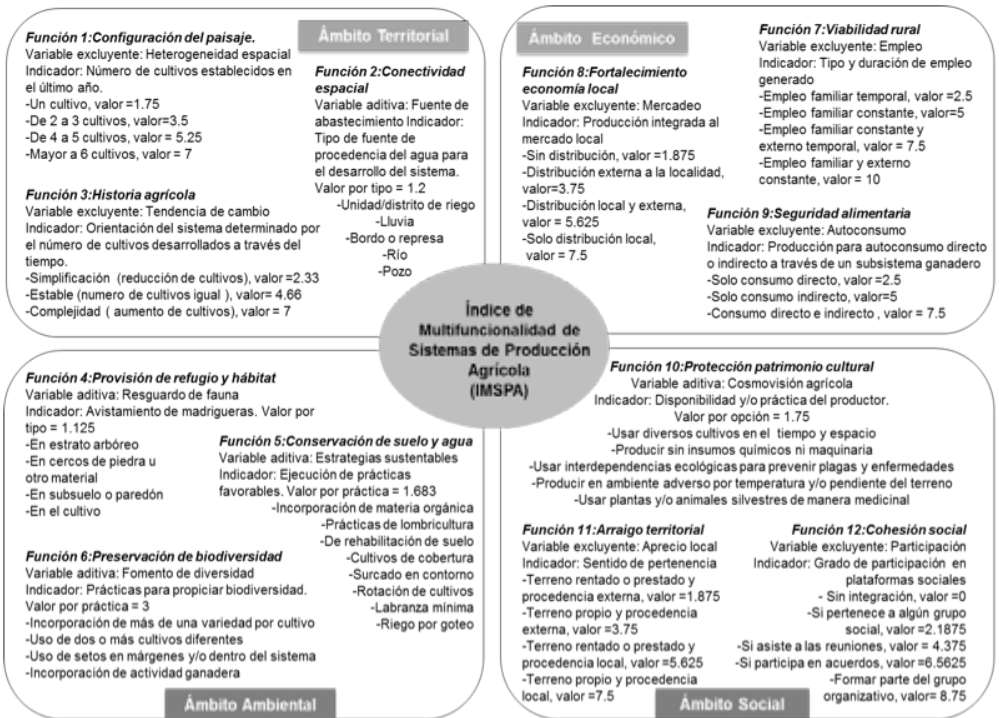
Figura 1. Perspectiva sistémica del marco



Tomado y modificado de Villaret, 1993; FAO, 1999 y OCDE, 2001.

El IMSPA es un indicador compuesto, enfocado localmente, donde el productor es quien maneja los recursos y, por tanto, sus prácticas agrícolas son las que repercuten en el medio que los rodea. El índice permite evaluar el grado de multifuncionalidad que un sistema de producción agrícola aporta en cuatro ámbitos, a través del análisis de 12 funciones, reconociendo de antemano que no son las únicas, pero sí las relevantes (Figura 2).

Figura 2. Composición general del IMSPA



Fuente original.

El valor del IMSPA por sistema se integra, del resultado obtenido en cada uno de los cuatro ámbitos, los valores máximos que un sistema puede alcanzar en cada ámbito se obtuvieron a través de la realización de una ponderación con la técnica conocida como Método Delphi (Gordon *et al.*, 1964, citado en Moreno, 2010), que se basa en obtener un consenso sobre un asunto complejo a través de un proceso de comunicación con un grupo de personas que poseen conocimiento en el área de interés (Figura 3).

Figura 3. Agregación del IMSPA

$$\text{IMSPA} = \text{AT} + \text{AA} + \text{AE} + \text{AS}$$

Donde:

AT (Ámbito Territorial) = Σ Funciones 1,2,3
Valor máximo de AT = 20

AA (Ámbito Ambiental) = Σ Funciones 4,5,6
Valor máximo de AA = 30

AE (Ámbito Económico) = Σ Funciones 7,8,9
Valor máximo de AE = 25

AS (Ámbito Social) = Σ Funciones 10,11,12
Valor máximo de AS = 25

Fuente original.

El IMSPA maneja una escala que va del 0 al 100, entre más cercano se encuentre del 100, mayor será la multifuncionalidad que el sistema desprende. Se divide en cinco categorías que permiten definir el grado de multifuncionalidad que un sistema de producción agrícola genera, además de que permite ubicar, de una manera más fina, el resultado del status del sistema, de tal modo que al continuar el monitoreo, los cambios se reflejan de una manera más rápida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías del IMSPA

Categorías del IMSPA	Definición
I (< 20) Multifuncionalidad baja	Sistema en estado crítico debido al aporte mínimo de funciones tanto dentro como fuera del mismo, situados en el extremo de la convencionalidad de su forma de producción.
II (20.1-40) Multifuncionalidad media baja	Sistema que en su mayor proporción se manejan de forma convencional, pueden tener un aporte marcado en alguno de los cuatro ámbitos.
III (40.1-60) Multifuncionalidad intermedia	Sistema en un estado vulnerable ante la mejora o retroceso en cuanto a la producción de funciones.
IV (60.1-80) Multifuncionalidad media alta	Sistema en un camino favorable para la producción de funciones en los diversos ámbitos, aunque no de manera proporcional. Se considera que estos sistemas definieron su rumbo hacia la diversificación, y desarrollan prácticas que benefician la multifuncionalidad del sistema.
V (80.1-100) Multifuncionalidad alta	Categoría que define un estado excelente en cuanto al aporte de funciones en los cuatro ámbitos que el sistema genera y que tienen un impacto positivo en el ambiente y sociedad, Sistemas ideales para replicar o aumentar.

Fuente original.

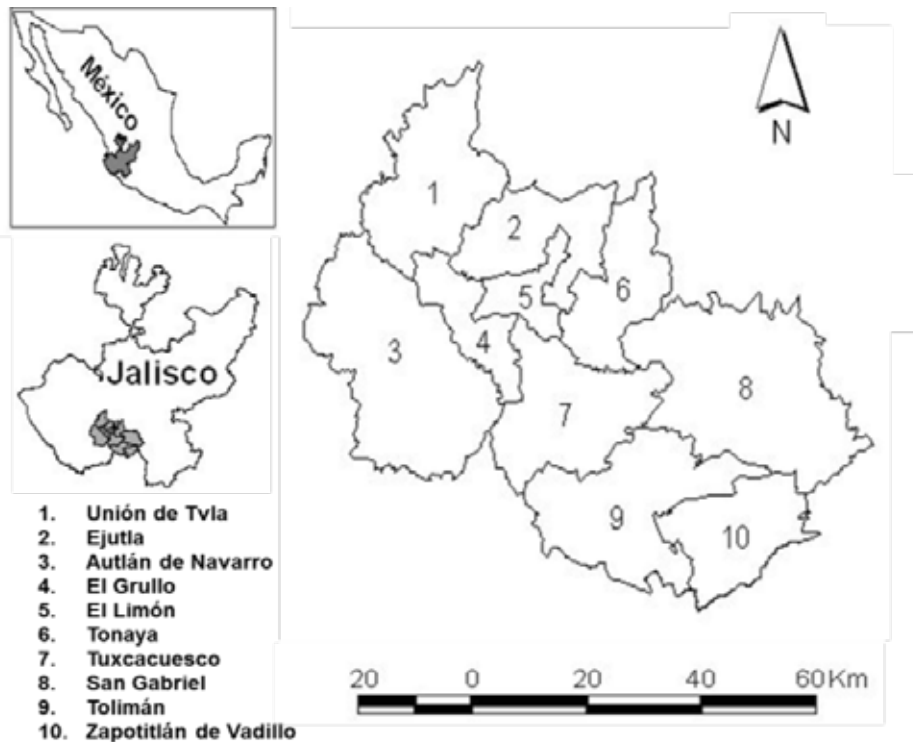
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO, MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para efectos de este estudio, el sur de Jalisco contempla dentro de su límite a diez municipios: Unión de Tvla, Autlán, El Grullo, Ejutla, El Limón, Tonaya, San Gabriel, Tolimán, Tuxcacuesco y Zapotitlán de Vadillo (Figura 4). La superficie que abarcan es de 4241 km²; los climas cálidos y semicálidos son los más extendidos, ya que abarcan alrededor de 80% de la superficie, con una temperatura promedio anual de 21° C, y una precipitación máxima registrada de 1690 mm y mínima de 568 mm (JIRA 2013).

Se caracteriza por tener un gradiente altitudinal que va de los 500 msnm a los 3900 msnm, se puede observar desde bosque alto hasta zonas áridas; la mayor parte del territorio (70%) se encuentra dentro del rango de 800 a 1600 msnm, con pendientes menores de 30%, confiriéndole una aptitud preferentemente agrícola (Jira, 2013). Además, posee una diver-

idad productiva amplia, ya que se desarrollan 50 cultivos diferentes, cuatro de ellos representan monocultivos al ocupar 82% de la superficie sembrada, que atendiendo al orden de importancia son: maíz, pasto forrajero, caña de azúcar y agave (Sagarpa, 2014).

Figura 4. Área de estudio



Elaborado por Óscar Balcázar.

Para realizar la evaluación de la multifuncionalidad a través del IMSPA, se determinó el tamaño de muestra, contemplando que los sistemas de producción se encuentran inmersos en un área geográfica delimitada, y se abordaron a través de la superficie sembrada que, según la Sagarpa (2012), es de un total de 88 992 hectáreas. Se aplicó la fórmula para poblaciones finitas con un error de 5%, y un nivel de confianza de 95%, el tamaño de la muestra fue de 383 hectáreas.

No obstante, se evaluaron 21 sistemas de producción que abarcan una superficie de 417 hectáreas (Cuadro 2); dichos sistemas fueron elegidos a través de informantes clave⁴ que conocen el manejo de la agricultura en el área. Se consideró el sistema de producción como nivel de análisis y se aplicó una encuesta semiestructurada al responsable del manejo en cada sistema. El periodo de trabajo para la aplicación de encuestas comprendió de marzo a mayo de 2015.

⁴ Los criterios en los cuales se basaron los informantes clave en la elección de los sistemas fueron: que los responsables del manejo del sistema tenía que residir y poseer su sistema de producción dentro del área de estudio; que la extensión del sistema no debía sobrepasar la cantidad requerida; que los sistemas debían representar la agricultura que se desarrolla en el área de estudio, por último, que el responsable del manejo del sistema debía tener disponibilidad para participar.

Cuadro 2. Caracterización general de los sistemas de producción evaluados

Sistema	Ubicación y superficie	Características generales
S1: Maíz	Tonaya (33 has.)	Manejo basado en agroquímicos y maquinaria, producción dedicada a venta y para consumo de ganado bovino.
S2: Agave	Tonaya (18 has.)	Uso de agroquímicos y también desarrollo de prácticas de rehabilitación de suelo. Producción destinada a la transformación en mezcal de manera artesanal.
S3: Chicharo y garbanzo	Unión de Tvla (4 has.)	Se aprovecha la humedad residual del suelo para su desarrollo. Producción destinada para consumo de ganado bovino y ovino.
S4: Trigo, avena y maíz	Unión de Tvla (30 has.)	Manejo basado en agroquímicos y maquinaria. Producción dedicada a venta y para consumo de ganado bovino, ovino, avícola y cunicula.
S5: Maíz y pasto forrajero	Ejuffa (38 has.)	Manejo basado en agroquímicos. Producción de pasto para ganado bovino y producción de maíz para venta y para consumo de ganado bovino y avícola.
S6: Hortaliza, caña, maíz y pasto forrajero	El Limón (13 has.)	Las hortalizas que maneja son: cebolla, cilantro, rábano, lechuga, col y coliflor. Uso de agroquímicos en el cultivo de rábano e incorporación de estrategias sustentables, como control biológico, rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica. Producción destinada a venta y para consumo de ganado bovino.
S7: Caña y alfalfa	El Grullo (10 has.)	Se caracteriza por practicar lombricultura. La producción de caña es para venta y la de alfalfa es para consumo de ganado avícola.
S8: Caña y pitayo	Autlán (26 has.)	Manejo de agroquímicos y maquinaria solo en cultivo de caña. La producción de ambos cultivos es para venta.
S9: Caña y arándano azul	Autlán (22 has.)	Manejo convencional, uso de paquete tecnológico, alto grado de generación de empleo. Producción total de caña destinada a venta local y producción de arándano para exportación.
S10: Maíz, jamaica y nopal	El Grullo (4 has.)	Incorpora riego por goteo, labranza mínima y rotación de cultivos. Producción destinada a la venta local en su mayoría y para consumo de ganado avícola, también posee ganado apícola.
S11: Caña y maíz	El Grullo (15 has.)	Manejo convencional. La producción de caña es para venta y la de maíz también se utiliza para consumo de ganado bovino.
S12: Maíz	El Limón (42 has.)	Manejo intensivo con uso de agroquímicos y ausencia de prácticas conservacionistas. Producción destinada a la venta y al consumo de ganado bovino, caprino y avícola.
S13: Caña, melón, maíz y pasto forrajero	El Limón (15 has.)	Uso de insumos químicos y maquinaria, pero también implementa abono orgánico. Producción de caña, melón y maíz es para venta y la de pasto es para consumo de su ganado bovino.
S14: Maíz y aguacate	San Gabriel (16 has.)	Utilización de agroquímicos. La producción total es para venta. También se maneja ganado bovino.
S15: Frijol, calabaza, maíz y pasto forrajero	San Gabriel (20 has.)	Se aplican prácticas conservacionistas. Producción de maíz y frijol es para venta y autoconsumo, la producción de calabaza es solo para autoconsumo y el pasto es para consumo de ganado bovino. También cuenta con ganado apícola.
S16: Maíz, pepino y cacahuete	Tuxcacuesco (10 has.)	Manejo de insumos químicos y maquinaria. La producción de maíz es para venta, de la producción de pepino y cacahuete también es para autoconsumo.
S17: Agave	Tuxcacuesco (20 has.)	Uso de agroquímicos, eliminación toda vegetación a excepción del cultivo. Producción para transformación en mezcal.
S18: Sandía, melón, chile y jitomate	Tolimán (7 has.)	Uso de agroquímicos. Producción destinada para venta, pero también se realiza autoconsumo. Además se maneja ganado bovino.
S19: Maíz, aguacate y frijol	Zapotitlán de Vadillo (30 has.)	Contempla solo la técnica de rotación de cultivos y no se manejan agroquímicos. Producción para venta.
S20: Tomate, maíz, frijol, sorgo, chile y jamaica	Zapotitlán de Vadillo (32 has.)	Con manejo de agroquímicos. La producción es para venta y autoconsumo. También se caracteriza por manejar ganado bovino, caprino, porcino, avícola y ovino.
S21: Maíz y sorgo	Zapotitlán de Vadillo (12 has.)	Se practica la labranza mínima, rotación de cultivos y el surcado en contorno. La producción de sorgo es para venta y la de maíz es para venta y autoconsumo.

Fuente original.

Multifuncionalidad de los sistemas de producción en el sur de Jalisco

A continuación se presentan los análisis de cada una de las 12 funciones según su ámbito (territorial, ambiental, económico y social), y luego se muestra tanto su representación gráfica, como su integración en el IMSPA. Cabe señalar que las variables y funciones incluidas no limitan el amplio concepto de la multifuncionalidad, pero sí representan una contribución en la manera de abordarla.

Ámbito territorial

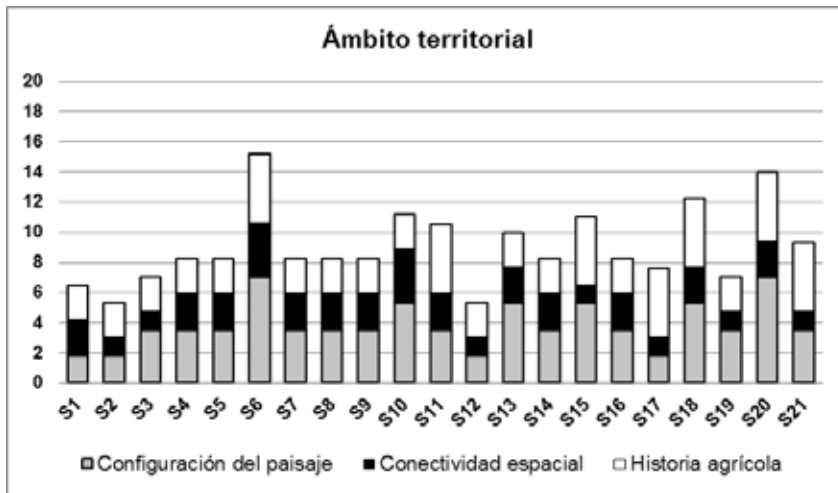
En la función de configuración del paisaje, se entiende que es el resultado del manejo de los recursos naturales, se incluye al ser humano como elemento principal para determinar la configuración y, por ende, las implicaciones funcionales (Vila *et al.*, 2006; De Miguel, 1999). Por ello, se considera que un sistema de producción tiene influencia directa sobre el paisaje al crear una composición de color que indica dos cosas: funcionalidad y continuidad de paisaje, y por esto, a mayor heterogeneidad espacial, mayor multifuncionalidad. En este aspecto, los resultados mostraron que sólo en 10% de los sistemas evaluados se desarrollan más de seis cultivos, en 14%, de 4 a 5 cultivos; en 57% de 2 a 3 cultivos, y en el resto sólo se tiene un cultivo.

La conectividad espacial contempla que los sistemas de producción juegan un papel importante en la continuidad o fragmentación del espacio agrícola, lo cual no sólo interrumpe el paisaje, sino que también afecta las interacciones ecológicas (Baudry, 2003). Es por esto que se considera que el recurso agua es un requisito fundamental para la continuidad productiva del sistema de producción, y el contar con una fuente de abasto, además de la lluvia, es determinante en este aspecto. Los resultados mostraron que para siete sistemas la lluvia es la única

fuente de abastecimiento, en 12 sistemas se tiene una fuente alterna para asegurar la continuidad de producción, y sólo en el S6 y en el S10 se cuenta con tres fuentes.

Por último, para la función de historia agrícola se contempla que los cambios de cultivos en el sistema permiten una reestructuración del paisaje en un territorio dado, caracterizándolo de manera particular, por lo que puede identificarse una tendencia hacia la complejidad, la simplificación o constancia del sistema. Los resultados mostraron que la tercera parte de los sistemas evaluados tiene una tendencia estable debido a que siempre se han desarrollado el mismo número y tipo de cultivos; mientras que en los sistemas restantes se tuvo una tendencia a la simplificación debido a que actualmente se desarrollan menos cultivos en éstos, que cuando se comenzó a realizar la actividad productiva (Figura 5).

Figura 5. Valor acumulado de funciones para el ámbito territorial por sistema



Fuente original.

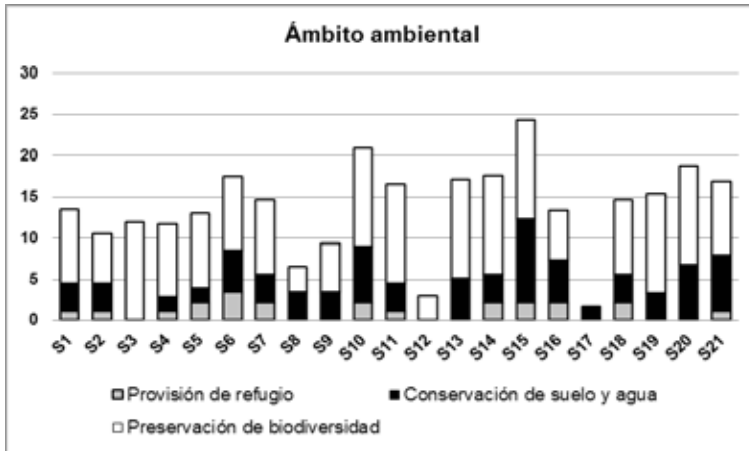
Ámbito ambiental

La función de provisión de refugio y hábitat contempla que un sistema de producción puede servir de refugio para fauna silvestre, además de que conforma microhábitats que diversas especies pueden aprovechar para su desarrollo; por tanto, el avistamiento de madrigueras en el sistema es un buen indicador de la multifuncionalidad. Los resultados reflejaron que en 38% de los sistemas no se registraron avistamientos de madrigueras, en 24% sólo se observó un tipo, en 33% se especificaron dos tipos, y en 5%, tres. Se resalta que el avistamiento de madrigueras en el subsuelo y/o paredón fue el mejor representado en 48% de los sistemas.

Por su parte, la función de conservación de suelo y agua considera que la forma en que se realiza la actividad agrícola tiene efectos sobre el suelo y el agua, de tal modo que se pueden conservar o deteriorar estos elementos. De las ocho prácticas evaluadas, la rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica son las que más se practican. Además se obtuvo que en el S3 y S12 no se realiza ninguna práctica, en contraste con el S15, que resultó con el mayor aporte en este aspecto.

La función de preservación de la biodiversidad contempla el manejo que realiza el productor para promover o conservar la biodiversidad en el sistema. La FAO (1999) menciona que las distintas prácticas agrícolas pueden repercutir en la diversidad de forma positiva o negativa, y que a mayor promoción de diversidad, mayor será la multifuncionalidad que despliegue el sistema. Los resultados mostraron que la práctica de salvaguardar setos, ya sea en el margen y/o dentro del sistema, fue la mejor representada, ya que se registró en 90% de los sistemas evaluados; además se obtuvo que ocho sistemas obtuvieron el máximo valor en esta función, en siete se realizan tres prácticas, en tres se desarrollan dos, en dos se ejecuta sólo una, solamente en el S17 no se considera ninguna práctica, por lo que no registró ningún aporte en esta función (Figura 6).

Figura 6. Valor acumulado de funciones para el ámbito ambiental por sistema



Fuente original.

Ámbito económico

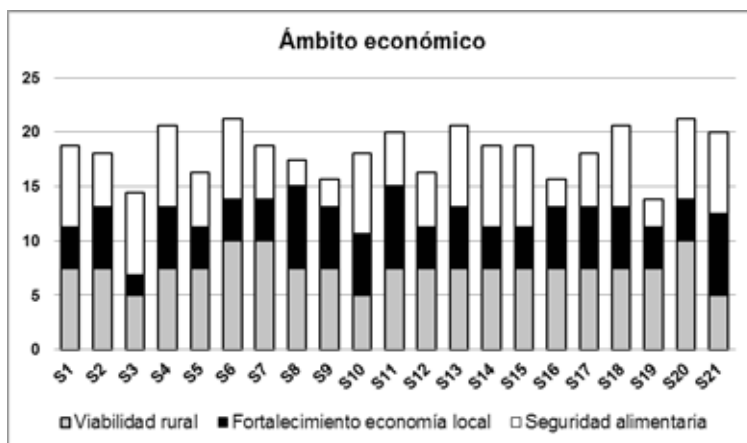
La función de viabilidad rural considera que un sistema de producción es viable cuando ofrece opciones atractivas que motivan al productor a persistir en esa área; por lo que el aseguramiento de empleo e ingresos forman parte de ese atractivo. Los resultados mostraron que en 14% de los sistemas se genera empleo constante a la familia, en 72% se genera tanto empleo familiar de forma constante, como empleo temporal a personas externas, y en el resto se genera empleo constante tanto a la familia, como personal externo, lo cual brinda mayor multifuncionalidad al sistema en sí, además repercute en la sociedad positivamente.

En la función de fortalecimiento de la economía local se contempla la integración de los productos en el mercado local donde se desarrolla el sistema; a mayor colocación de productos en el mercado local, mayor será la multifuncionalidad. En este aspecto, se obtuvo que en 5% de los

sistemas no se distribuye su producción (autoconsumo), en 43% la totalidad de la producción se distribuye fuera de la localidad origen, en 38% se registró una distribución compartida de la producción, es decir, se distribuye en la localidad origen y fuera de ella; en 14% de los sistemas se tiene una distribución total de la producción en la localidad origen.

En cuanto a la función de seguridad alimentaria se reconoce que los sistemas de producción que favorecen el autoconsumo, y que son diversificados, aportan una mayor seguridad alimentaria debido a que satisfacen necesidades alimenticias, ya sea con el consumo directo de productos que provee el sistema, o el consumo indirecto a través de subsistemas ganaderos que permiten la obtención de otros productos (leche, carne, huevos, miel). Los resultados mostraron que en 19% de los sistemas se favorece el autoconsumo directo por parte de quien maneja el sistema, en 29% se incorpora un autoconsumo indirecto a través de subsistemas ganaderos, y en 52% se registraron ambos tipos de autoconsumo (Figura 7).

Figura 7. Valor acumulado de funciones para el ámbito económico por sistema



Fuente original.

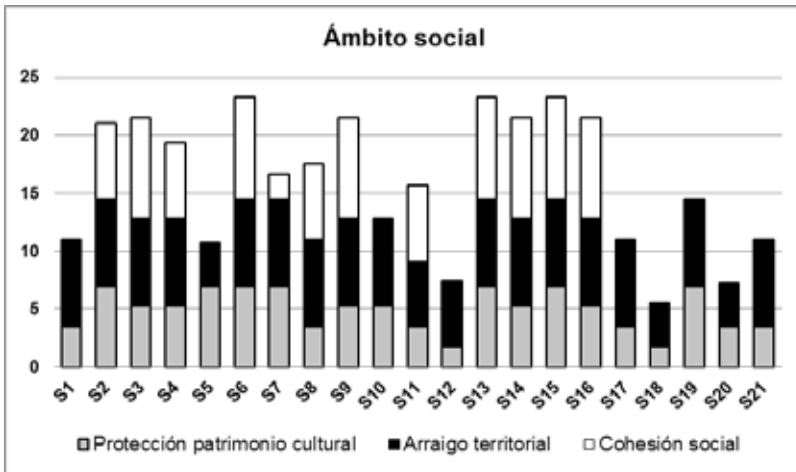
Ámbito social

La función de protección al patrimonio cultural contempla el aporte a la preservación del conocimiento sobre cómo cultivar la tierra, por tanto se relaciona directamente con el conocimiento que posee la persona responsable del manejo de cada sistema. Los resultados reflejaron que el conocimiento sobre el uso de plantas y/o animales, de manera medicinal, se está perdiendo, ya que sólo en ocho sistemas se referenció este uso. También se resalta que en 13 sistemas se favorece el uso de insumos químicos y maquinaria, lo cual deja clara la dependencia que se tiene a este tipo de productos.

La función de arraigo territorial se refiere al sentido de pertenencia que el productor tiene hacia el sistema que maneja, y contempla que el aprecio será mayor si el terreno donde se desarrolla el sistema es propio, y si la procedencia del productor es local. Los resultados mostraron que 14% de los sistemas están manejados por productores que son dueños del terreno, pero son foráneos, 10% son manejados por productores que rentan el terreno y son de procedencia local y, por último, 76% son manejados por personas dueñas del terreno y con procedencia local.

Por último, la función de cohesión social reconoce que existe una red de actores sociales (ejidos, asociaciones, etc.) que trabajan en pro del desarrollo del campo. Esta función contempla el nivel de integración que tiene el responsable del manejo del sistema. Los resultados muestran que en 43% de los sistemas no se mostró el beneficio debido a que son manejados por productores que no pertenecen a algún grupo social, 5% de los sistemas son desarrollados por productores que si bien pertenecen a un grupo social, sólo es en teoría, pero no en la práctica, ya que no asisten a las reuniones; 19% son realizados por productores que sí participan con voz y voto; sólo 33% de los sistemas son manejados por productores que llevan su participación al nivel mayor, dado que forman parte del comité organizativo del grupo al que pertenecen (Figura 8).

Figura 8. Valor acumulado de funciones para el ámbito social por sistema



Fuente original.

Integración del IMSPA

Una vez realizadas las evaluaciones de las doce funciones, se consiguió el valor de cada uno de los cuatro ámbitos; después, a través de una sumatoria de sus valores se realizó la integración del Índice de Multifuncionalidad de Sistemas de Producción Agrícola (Cuadro 3). Los resultados mostraron que de las cinco categorías que maneja el IMSPA, la categoría I (Sistema con multifuncionalidad baja) y la categoría V (Sistema con multifuncionalidad alta) no fueron representadas en este análisis.

Cuadro 3. Integración del IMSPA

Sistema	Territorial (20)	Ambiental (30)	Económico (25)	Social (25)	IMSPA (0-100)	Categoría
S1	6.5	13.5	18.75	11	49.75	III
S2	5.25	10.5	18.125	21.1	54.975	III
S3	7	12	14.375	21.5	54.875	III
S4	8.2	11.8	20.625	19.3	59.925	III
S5	8.2	12.9	16.25	10.75	48.1	III
S6	15.3	17.475	21.25	23.25	77.275	IV
S7	8.2	14.65	18.75	16.6875	58.287	III
S8	8.2	6.4	17.5	17.56	49.66	III
S9	8.2	9.4	15.625	21.5	54.725	III
S10	11.15	20.98	18.125	12.75	63.005	IV
S11	10.6	16.525	20	15.685	62.81	IV
S12	5.25	3	16.25	7.375	31.875	II
S13	9.95	17.1	20.625	23.25	70.925	IV
S14	8.2	17.6	18.75	21.5	66.05	IV
S15	11.05	24.35	18.75	23.25	77.4	IV
S16	8.2	13.297	15.625	21.5	58.622	III
S17	7.55	1.6825	18.125	11	38.358	II
S18	12.25	14.615	20.625	5.5	52.99	III
S19	7	15.365	13.75	14.5	50.615	III
S20	14	18.73	21.25	7.25	61.23	IV
S21	9.3	16.855	20	11	57.155	III

Fuente original.

Dentro de la categoría II (Sistemas con multifuncionalidad media baja), se encontraron los sistemas S12 y S17 con un IMSPA de 31.9 y 38.4, respectivamente. En la figura 9 se muestra que las funciones mejor representadas fueron las del ámbito económico, en contraparte con las funciones del ámbito territorial, ambiental y social, lo cual se debe a que son sistemas que desarrollan características de la agricultura convencional: uso de agroquímicos, tendencia a la especialización, ausencia de prácticas conservacionistas y pérdida de conocimiento campesino.

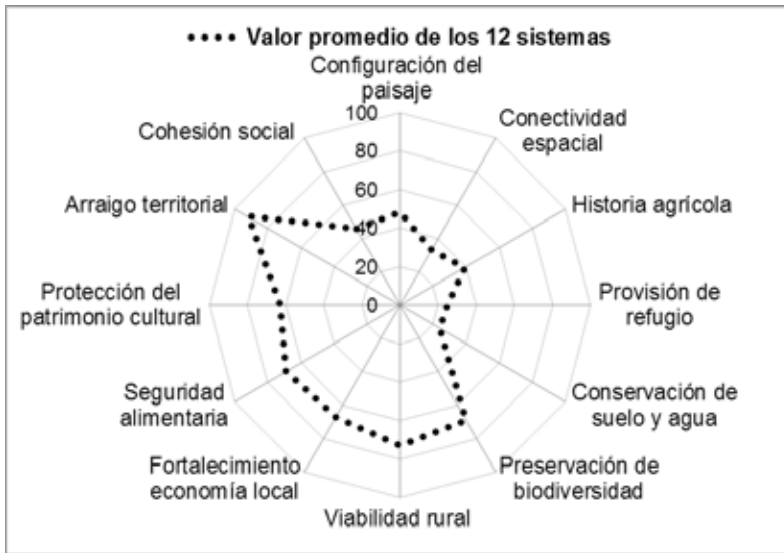
Figura 9. Representación del sistema promedio con multifuncionalidad media baja



Fuente original.

La categoría III (Sistemas con multifuncionalidad intermedia) fue la mejor representada, ya que 12 sistemas obtuvieron un IMSPA de 48.1 a 59.9. Estos sistemas fueron: S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S9, S16, S18, S19 y S21. Se caracterizaron por ser sistemas vulnerables ante la mejora o retroceso, en cuanto a la producción de funciones, en éstos se desarrollan, por tanto cabe resaltar la necesidad de inclinar la balanza en favor del aumento de su multifuncionalidad. Los sistemas de esta categoría tuvieron un aporte en todas las funciones evaluadas, no obstante, éste, en cada una de ellas, es diferenciado, de tal modo que se tiene un mayor aporte en las funciones del ámbito económico y social, en contraparte al territorial y ambiental (figura 10).

Figura 10. Representación del sistema promedio con multifuncionalidad intermedia



Fuente original.

Por su parte, en la categoría IV (Sistemas con multifuncionalidad media alta) se concentraron siete sistemas que obtuvieron IMSPA de 61.2 a 77.4. Estos sistemas fueron: S6, S10, S11, S13, S14, S15 y S20; lo cual mostró que existen sistemas que se están desarrollando de manera efectiva en la realización de diversas funciones. Como se observa en la figura 11, la multifuncionalidad en estos sistemas no es equitativa en todos los ámbitos, pero sí se logra observar un aumento en las funciones de configuración del paisaje, preservación de biodiversidad, seguridad alimentaria y cohesión social.

Figura 11. Representación del sistema promedio con multifuncionalidad media alta



Fuente original.

CONCLUSIÓN

Los resultados mostraron que el índice de multifuncionalidad aumenta cuando en los sistemas se favorece: la heterogeneidad espacial y temporal, las prácticas conservacionistas, el fortalecimiento de la economía local, la generación de empleo, la seguridad alimentaria, la preservación del conocimiento campesino y la participación social.

No obstante, también se reflejó que existe una fuerte dependencia al uso de agroquímicos en la mayoría de los sistemas evaluados, lo cual indica el impacto que se tiene a nivel local de las políticas que incentivan la convencionalidad del campo, esto se puede observar en el objetivo de los programas de apoyo al campo en el país:

Contribuir a incrementar la producción y productividad de las unidades económicas rurales agrícolas mediante incentivos para: integración de cadenas productivas (sistemas producto), desarrollo de clúster agroalimentario; inversión en capital físico, humano y tecnológico, reconversión productiva, agroinsumos, manejo postcosecha, uso eficiente de la energía y uso sustentable de los recursos naturales. (Sagarpa, 2015).

Esto denota el interés gubernamental por intensificar, tecnificar y materializar el campo agrícola.

Para entender esta realidad se debe comenzar por comprender el panorama internacional, en el que los acuerdos entre países, realizados en plataformas ajenas al campo, determinan su rumbo a través de políticas que sólo fomentan el desarraigo parcial o total del campesino. Como ejemplo, citaremos a Suárez (2016), menciona que en los últimos 21 años, y de acuerdo al Tratado de Libre Comercio de América del Norte, sólo se ha obtenido el desmantelamiento de la agricultura mexicana, sobre todo la del sector de pequeños y medianos productores. Además de que convergen en esta actividad productiva problemas como la reducción de empleos, emigración y una degradación de los recursos naturales (Sánchez, 2014).

De esto se deriva la importancia de entender la agricultura como una actividad multifuncional capaz de contribuir en la elaboración o fortalecimiento de esquemas que permitan mantener o mejorar el desarrollo rural. Y es que promover esta multifuncionalidad implica aumentar la capacidad de respuesta para los diversos problemas que aquejan al agro mexicano, mismo que se muestra obstaculizado por problemas institucionales y por políticas públicas inadecuadas.

De este modo, se puede considerar que el desarrollo de una agricultura multifuncional contribuye positivamente a lograr parte del objetivo global de la sustentabilidad, remarcando una diferenciación entre ambos términos, donde la sustentabilidad orienta los objetivos y la multifuncionalidad es una característica del proceso productivo agrícola.

El IMSPA constituye un aporte al debate teórico y práctico de la multifuncionalidad de la agricultura; así, el presente artículo expone su capacidad de implementación como una herramienta de análisis de los sistemas productivos al evaluar el grado de multifuncionalidad que generan. El índice puede utilizarse para monitorear la multifuncionalidad de los sistemas a través del tiempo, y para hacer un reconocimiento *a priori*, que ayude a identificar sistemas objetivos en un área determinada; o bien, para favorecer una toma de decisiones que repercuta en un manejo en pro de la sustentabilidad en el campo agrícola.

AGRADECIMIENTO

La primera autora agradece al Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (Bemarena), de la Universidad de Guadalajara; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y al programa NCCR North South por el apoyo recibido, y al comité editorial de la presente revista por las revisiones realizadas al presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. y C. Nicholls, 2000, *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*, primera edición, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México.
- Ayala, A. y R. García, 2009, "Contribuciones metodológicas para valorar la multifuncionalidad de la agricultura campesina en la Meseta Purépecha", en *Economía, Sociedad y Territorio*, IX (31) 759-801.
- Baudry, J., 2003, "Agricultura, paisaje y conectividad", en García Mora, M. R. (Coord.), *Conectividad ambiental: las áreas protegidas en la Cuenca Mediterránea*. Junta de Andalucía, Sevilla, España.

- Bautista, A. y J. Ramírez, 2008, "Agricultura y pluriactividad de los pequeños productores de agave en la región del mezcal, Oaxaca, México", en *Agricultura Técnica en México*, vol. 34(4): 443-451.
- Bonnal, P. *et al.*, 2003, Multifuncionalidad de la agricultura y Nueva Ruralidad ¿Reestructuración de las políticas públicas a la hora de la globalización? Ponencia presentada en el Seminario Internacional El Mundo Rural: Transformaciones y perspectivas a la luz de la nueva ruralidad, Universidad Javeriana, CLACSO, Redcapa, Bogotá, Colombia, Octubre.
- Carton de Grammont, H., 2004, "La nueva ruralidad en América Latina", en *Revista Mexicana de Sociología*, 66: 279-300, en: <http://es.scribd.com/doc/29053380/La-nueva-ruralidad-en-America-Latina>, consultado el 03/11.
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987, *Nuestro futuro común (Informe de Brundtland)*, Naciones Unidas, en <http://www.ayto-toledo.org/medioambiente/a21/BRUNDTLAND.pdf>, consultado el 04/15.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, junio, 1992.
- De Miguel, M., 1999, "Naturaleza y configuración del paisaje agrosilvopastoril en la conservación de la diversidad biológica en España", en *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 547-557, en http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1999/4/De_Miguel_1999.pdf, consultado el 11/15.
- De Pablo, J. y L. Díaz, 2002, "El enfoque multifuncional y el desarrollo rural en Andalucía (España): Estudios de caso de los grupos de acción local de Alpujarra y de Filabres – Sierra Alhamilla (Almería)", en *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 48: 7-33.
- Echeverri, R. y M. Ribero, 2002, *Nueva ruralidad visión del territorio en América Latina y el Caribe*, primera edición, IICA, San José.
- FAO, 1999, El carácter multifuncional de la agricultura y la tierra. Documento para la Conferencia FAO / Países Bajos sobre el carácter

- Multifuncional de la Agricultura y la Tierra, Maastricht, Países Bajos, 12-17 de septiembre de 1999.
- FAO, 2005, *Género y sistemas de producción campesinos: lecciones de Nicaragua*. Roma, en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4936s/y4936s00.pdf>, consultado en 07/15.
- Gómez, J. *et al.*, 2007, "Actitudes y percepciones sociales sobre la multifuncionalidad agraria: El caso de Andalucía", en *Revista de estudios regionales*, 80: 71-101.
- Huylenbroeck, G. y G. Durand, 2003, *Multifunctional agriculture: a New Paradigm for European Agriculture and Rural Development*, Ashgate, Aldershot.
- Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA), 2013, *Aspectos físicos del territorio*, en <http://www.jira.org.mx/jir01/principal/index.php/quienes-somos/territorio/aspectos-fisicos>, consultado el 02/13.
- Kallas, Z. y J. Gómez, 2007, "Valoración de la multifuncionalidad agraria; una aplicación a través del método de los experimentos de elección", en *Estudios de Economía Aplicada*, España, 25 (1): 107-143.
- Kay, C., 2009, "Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad?", en *Revista Mexicana de Sociología*, 71(4): 607-645.
- Morales, J., 2004, *Sociedades rurales y naturaleza en busca de alternativas hacia la sustentabilidad*, ITESO/Universidad Iberoamericana León, Guadalajara, Jalisco, México.
- Moreno, A., 2010, *Factores asociados a la sustentabilidad de agroecosistemas de agave azul (Agave tequilana weber) en la sierra de Amula, Jalisco: propuesta metodológica para su medición*, tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
- Moyano, E. y F. Garrido, 2008, *Multifuncionalidad, agricultura y desarrollo rural*, IESA/CSIC, Córdoba.
- OCDE, 2001, *Multifunctionality, towards an analytical framework*, París, Francia.

- Pillot, G., 1993, “‘Sé con quien estoy en desacuerdo pero sigo buscando a quien esté de acuerdo conmigo’ Reflexiones sobre la diversidad de los estudios sistémicos del medio rural”, en Navarro, G. *et al.* (Eds.), *Sistemas de producción y desarrollo agrícola*, Montecillo, México.
- Reig, E., 2002, “La multifuncionalidad del mundo rural”, en *ICE Globalización y Mundo Rural*, España, 803: 33-44.
- Renting, H. *et al.*, 2009, “Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework”, en *Journal of Environmental Management*, 90: 112-123.
- Rodríguez, J., 2008, La multifuncionalidad: aplicación del concepto a los sistemas agroalimentarios localizados de países en desarrollo. Ponencia presentada en IV Congreso Internacional de la Red SIAL, Argentina.
- Rodríguez, G., 2002, La multifuncionalidad de los sistemas agroalimentarios locales; un análisis desde la perspectiva de tres casos en Colombia, documento en Coloquio Internacional sobre sistemas Agroalimentarios Localizados. Memorias. Montpellier, Francia, en <http://infoagro.net/shared/docs/a5/RODRIGUEZ%20Gonzalo.pdf>, consultado en 03/11.
- Sánchez, E., 2014, “La política agrícola en México, impactos y retos”, en *Revista Mexicana de Agronegocios*, XVIII Julio-Diciembre, 946-956, en <http://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=14131676004>, consultado en 01/16.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2015, *Programas de apoyo 2015*, en <http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/Paginas/default.aspx>, consultado en 12/15.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2014, *Anuarios estadísticos. Información estadística y geográfica del sector rural*, en <http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/agricultura/anuarios/index.php?idcurrent=2&nivel=MUN>, consultado en 01/16.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), 2012, *Anuarios estadísticos. Información estadística y geográfica del sector rural*, en <http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/agricultura/anuarios/index.php?idcurrent=2&nivel=MUN>, consultado en 04/13.
- Suarez, V., 2016, "TPP + TLCAN = RIP del campo mexicano", en *La Jornada del Campo*, núm 100, en <http://www.jornada.unam.mx/2016/01/16/cam-tlcan.html>, consultado en 01/16.
- Torres, L., 2008, "Nueva ruralidad en territorios periféricos: los productores caprinos del noreste de Mendoza (Argentina)", en *Universitas humanística*, 66: 199-218.
- Trpin, V., 2005, "El desarrollo rural ante la nueva ruralidad: algunos aportes desde los métodos cualitativos", *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 42: 1-15.
- Vila, J., 2006, "Conceptos y métodos fundamentales en ecología de paisaje (Landscape ecology). Una interpretación desde la geografía", en *Doc. Anal. Geogr.*, 48: 151-166, en http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje_DAG_48_2006.pdf, consultado en 10/15.
- Villaret, A., 1993, *El enfoque sistémico aplicado al análisis del medio agrícola. Introducción al marco teórico conceptual*, PRADEM/CICDA.

Percepciones sobre las amenazas y riesgos hidrometeorológicos entre los productores de aguacate de Tancítaro, Michoacán

María Carolina Pinilla Herrera¹ y Fernando Briones

***Resumen.** A partir de la perspectiva local sobre la tipificación altitudinal del paisaje aguacatero, se caracterizaron las percepciones sobre la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas, y se realizó la ponderación del clima como factor de riesgo para los sistemas de producción. A lo largo del rango altitudinal, se encontró que existen diversas amenazas hidrometeorológicas que afectan de manera diferencial a los productores. En este tenor, la ocurrencia de eventos extremos como heladas, granizadas y sequías es un aspecto que representa, de manera relativa, perspectivas negativas y positivas, riesgos y oportunidades para los diversos agricultores del mismo sector productivo. La ponderación de la incertidumbre climática como factor de riesgo a la producción, frente a otros aspectos socio-institucionales locales que comprometen la productividad, es heterogénea y no en todos los casos se reconoce al clima como la principal amenaza a la producción agrícola.*

***Palabras clave:** amenazas hidrometeorológicas, riesgos, sistemas de producción, relaciones espaciales, percepciones sociales.*

¹ Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, e-mail: omsa_ra@yahoo.com

Abstract. *This article explores climate hazard perceptions from a comparative altitude approach in mountain landscapes with Avocado farmers. Throughout altitude rank we found several and different climatic hazards like freezing, hail-rain and drought episodes that could represent positive and negative sides as well as risk and opportunities in the same agricultural system. Climatic uncertainty is perceived like a risk from different perspectives between farmers regarding other factors that could impact farm production.*

Key words: *hazard perceptions, risk perception, farm systems, altitude approach.*

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas, en general, están bien adaptados a las condiciones promedio normales del clima, pero son susceptibles a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos (Smit y Skinner, 2002). Estadísticamente, esta clase de eventos pueden definirse a partir de los datos ubicados por encima o por debajo del percentil 90 y 10, respectivamente (Hamilton *et al.*, 2012). No obstante, dependiendo de las condiciones de exposición y vulnerabilidad de un sistema, los extremos también pueden ser aquellos eventos hidrometeorológicos de frecuente recurrencia y de impacto concatenado, que generan presiones y daños en los cultivos aun cuando no sean considerados como extremos estadísticos (Lavell, 2011).

Las amenazas hidrometeorológicas, entendidas como la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo, son un factor externo al sistema que pueden exceder el nivel de ocurrencia normal de este mismo tipo de eventos, y que pueden llegar a dañar a los sistemas de producción (Wisner *et al.*, 2007; Reid *et al.*, 2007; Ávila y Briones, 2014). En tanto que el riesgo es la probabilidad de pérdida y daños potenciales al cultivo en términos de: i) el aumento de incidencia de enfermedades y/o plagas, ii) los cambios y afectaciones a los ciclos fenológicos y, iii) la disminu-

ción del rendimiento de los cultivos (Bryant *et al.*, 2000; Altieri, 2004; Wall y Smit, 2005). De tal manera que los eventos hidrometeorológicos extremos pueden representar una amenaza a la actividad agrícola, dependiendo en dónde y del contexto de su ocurrencia, así como un riesgo que depende de la probabilidad de pérdidas y daños al cultivo, de las percepciones y respuestas sociales frente a la amenaza, y de las medidas de prevención o manejo que puedan ser o no implementadas (Douglas, 1997; Beck, 1998; Smit y Skinner, 2002; García, 2005; Briones, 2015).

Las investigaciones sobre las percepciones de los productores agrícolas frente a la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y su probabilidad de daño han sido abordadas desde distintas disciplinas, entre las que predominan la psicología social, la antropología, la geografía y la sociología. De manera muy específica, se han documentado casos de comunidades agrícolas que utilizan su experiencia personal y conocimientos tradicionales para detectar o predecir cambios en su clima local, y así reducir el riesgo de pérdidas y daños en sus cultivos (Mertz *et al.*, 2009; Tucker *et al.*, 2010; Orlove *et al.*, 2011; Osbahr *et al.*, 2011; Ramos *et al.*, 2011; Sánchez y Lazos, 2011; Gandure *et al.*, 2013; Feola *et al.*, 2015). El principal aporte, desde la geografía, ha sido el enfoque de doble/múltiple exposición para el estudio de procesos de adaptación, vulnerabilidad, capacidad de respuesta e incluso resiliencia frente a la variabilidad y el cambio climático (O'Brien y Leichenko, 2000; Reid *et al.*, 2007; Chuku y Okoye, 2009; Correa *et al.*, 2011). Bajo esta aproximación, se plantea que más allá de las amenazas hidrometeorológicas o climáticas, hay factores de orden económico, cultural, histórico, social y político que conllevan riesgos complejos, altamente interconectados en tiempo-espacio, y contextuales para cualquier sistema bajo estudio. Desde el debate de cambio climático, la doble o múltiple exposición analiza las presiones y respuestas de los sistemas frente a los riesgos climáticos y no climáticos (Sauri, 2003).

Si bien, este enfoque ha profundizado rigurosamente en las interacciones multiescala y multinivel, para el estudio de exposi-

ción a riesgos climáticos y no climáticos en lo local y regional, uno de los principales retos para la geografía sigue siendo la aportación de elementos para el estudio de la percepción sobre amenazas hidrometeorológicas, desde una perspectiva básica para la disciplina: las relaciones espaciales.

Partiendo de la premisa de la heterogeneidad ambiental en los paisajes de montaña, el presente artículo introduce al uso de las relaciones espaciales, específicamente los gradientes altitudinales abruptos, para explorar y comprender cómo los productores agrícolas perciben las amenazas hidrometeorológicas, y cómo ponderan los riesgos climáticos frente a otros riesgos de orden no climático. Si bien, se considera la importancia de los contextos culturales y sociales en la percepción del clima, ampliamente documentada en la bibliografía (Sandoval *et al.*, 2014), este trabajo se aproxima al tema exclusivamente desde la óptica de la variable altitudinal, y de la heterogeneidad del paisaje de montaña para aportar evidencia empírica al análisis de las percepciones del entorno en contextos de variabilidad climática.

El estudio de caso se llevó a cabo con productores de aguacate del municipio de Tancítaro, Michoacán, el cual se localiza sobre la compleja zona montañosa de la subprovincia Neovolcánica Tarasca, y se caracteriza por sus sistemas de producción –de alta importancia económica nacional–, expuestos a factores de variabilidad climática local (asociados al rango altitudinal y a su topografía como microclimas, heladas y granizadas) y regional (como frentes fríos, tormentas tropicales, huracanes, ciclones tropicales y eventos ENOS,² todos ellos provenientes de la vertiente del Pacífico).

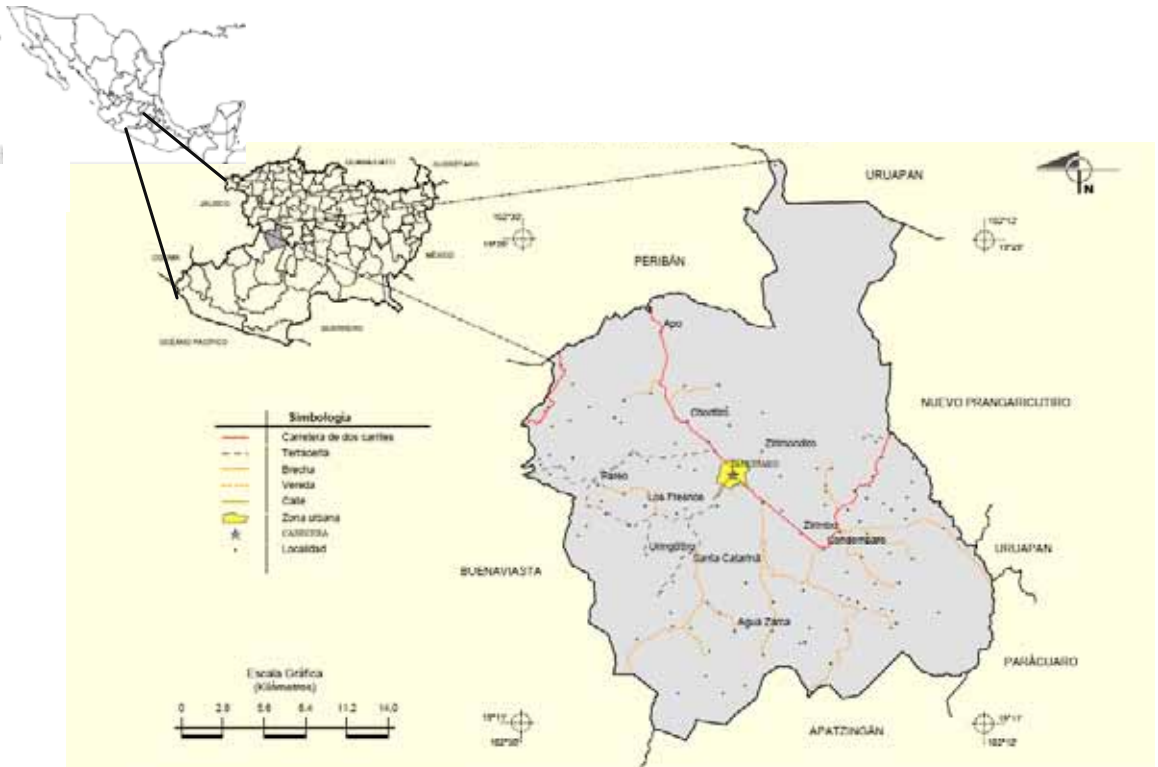
² El Niño-Oscilación del Sur, cuyas fases son conocidas como los fenómenos de El Niño y La Niña.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

El municipio de Tancítaro, Michoacán se encuentra localizado en la provincia fisiográfica del eje Neovolcánico de México, a 250 km de distancia de la costa del Océano Pacífico, sobre la región montañosa de la meseta Purépecha. Altitudinalmente, se ubica entre los 900 y 3400 msnm, y su actual condición de líder nacional en la producción de aguacate, como la “verdadera capital mundial del aguacate,”³ se establece, por un lado, a partir de las políticas agrícolas promovidas en Michoacán desde la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y que han facilitado todo tipo de acciones para promover la acelerada expansión del cultivo, además, por las privilegiadas condiciones climáticas y edáficas prevalecientes en el municipio (gradiente de climas húmedos-templados con suelos de tipo Andolsol y de composición geológica con distinto grado de permeabilidad), que hacen que el árbol de aguacate tenga un desarrollo óptimo, y que sea posible obtener frutos durante todo el año por el traslape continuo de las diferentes fases fenológicas del árbol (Anguiano, 2007). Autores como Thiebaut (2011), afirman que la creciente demanda del aguacate como fruto exótico, en Estados Unidos y Canadá, ha sido también un factor determinante para la vasta producción frutícola en los municipios de la franja aguacatera de Michoacán.

³ Tancítaro lidera la producción nacional de aguacate con 21% de las exportaciones (alrededor de 207 000 toneladas), cifra muy significativa teniendo en cuenta que México es el líder mundial en el mercado del aguacate, con 40% del total de volúmenes del mercado internacional, y el de mayor consumo per cápita (8-10 kg/año) (Chavez *et al.*, 2012).

Figura 1. Mapa de localización del municipio de Tancítaro, Michoacán



Fuente: INEGI (2009).

El enfoque metodológico, desde la mirada geográfica, consistió principalmente en la definición de los umbrales del rango altitudinal en el paisaje montañoso de Tancítaro. Por otro lado, se estableció el tamaño de la población muestra, y el criterio de residencia en la zona y de edad como requerimientos para la aplicación de la encuesta.

A partir de la clasificación climática de Koeppen, ajustada para Michoacán, y de la tipificación cultural del gradiente altitudinal, se establecieron los límites de lo que localmente se denomina *tierra caliente* (1 440-2 000 msnm: rango altitudinal que abarca el clima cálido subhúmedo y templado subhúmedo) y *tierra fría* (2 800 -3 400 msnm: rango altitudinal que comprende los climas templado húmedo y semifrío húmedo). Con base en los datos del censo aguacatero (Junta Local de Sanidad Vegetal de Tancítaro, 2014), se aplicaron 124 encuestas dirigidas a productores de aguacate (67 en tierra caliente y 57 en tierra fría), y ocho con actores institucionales locales.⁴ Dada la composición demográfica del universo de productores en Tancítaro (3 650 pequeños productores, con apenas 10% de mujeres propietarias), la población muestra disponible durante la fase de campo fue representada únicamente por productores.

El diseño del cuestionario estuvo enfocado a: i) identificar las percepciones sobre las principales amenazas climáticas a las que, de acuerdo a los productores, se encuentran expuestos los sistemas de producción de aguacate, y ii) reconocer y ponderar las percepciones sobre riesgos climáticos y no climáticos para la agricultura. Como requerimiento metodológico para la aplicación de la encuesta se determinó que los productores debían tener un tiempo de residencia en la zona, mínimo 15 años, y ser mayor de 35 años, lo cual supondría un conocimiento más depurado de los ciclos agrícolas y climáticos locales. El análisis de las encuestas y entrevistas se realizó con la plataforma del software SurveyPro.

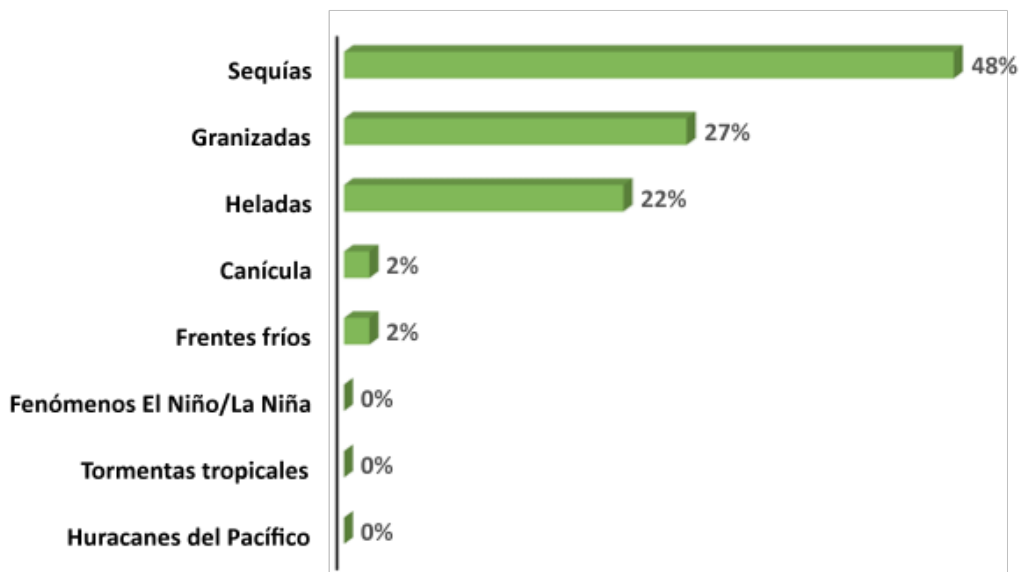
⁴ Estas cifras se determinaron a partir de un muestreo estratificado, cuyo nivel de confiabilidad fue de 95%; 4 estratos o sitios de muestreo y 5% error del muestreo.

RESULTADOS

Percepciones sobre la ocurrencia de amenazas climáticas

Los eventos hidrometeorológicos que, según los aguacateros encuestados, constituyen las principales amenazas al cultivo son las sequías meteorológicas (de aquí en adelante, sequías), las heladas de invierno, las granizadas del verano, los frentes fríos y la canícula (Figura 2).

Figura 2. Gráfica de las principales amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores de aguacate en Tancítaro, Michoacán



Fuente: encuesta de percepción, Tancítaro 2014.

Específicamente, para los productores cuyos huertos se localizan en la tierra fría, la principal amenaza hidrometeorológica está asociada a las granizadas que suelen ocurrir al inicio del verano (final de abril e inicio de mayo), ya que estos eventos derriban los frutos en desarrollo de los árboles, y afectan negativamente la cosecha de julio-agosto-septiembre. Otra amenaza identificada son las heladas del invierno, las cuales ocurren generalmente entre los meses de enero y febrero en los huertos localizados en las zonas de planicie. Cuando la disminución de la temperatura en esta época del año es considerable, se interrumpe el proceso de fecundación, se queman los brotes vegetativos e incluso las raíces, llegando a secar totalmente el árbol.

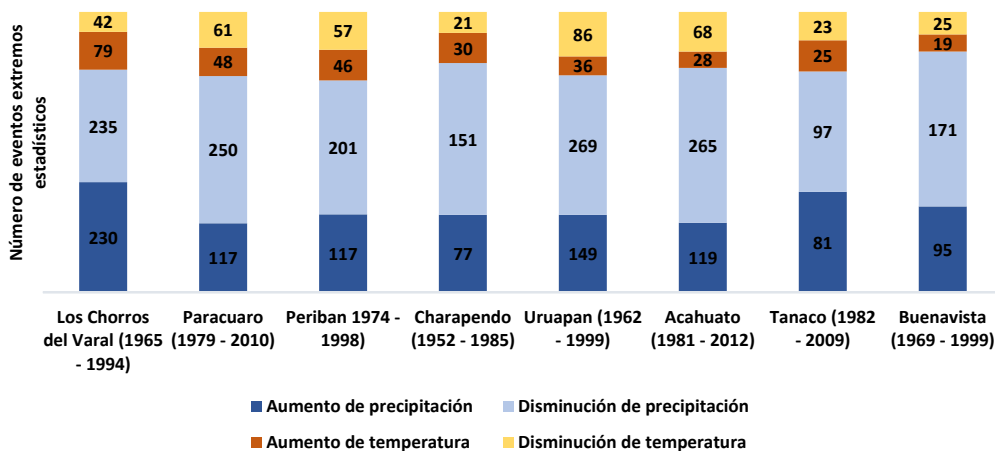
De acuerdo con su afectación al cultivo, los productores identifican tres tipos de heladas: la helada *negra*, las heladas *fuertes* y las heladas *leves*. La helada *negra* se asocia a la ocurrencia de nevadas en los Picos de Tancítaro y de Colima, durante las cuales hay una disminución de la temperatura ambiente por debajo del punto de congelación del agua y, el agua o vapor de aire se congela y se deposita en el suelo en forma de hielo. Según los productores encuestados, este tipo de heladas queman totalmente los árboles desde la raíz y devastan totalmente el cultivo; su recurrencia es de cada 5 o 6 años, y la última ocurrió en el invierno de 1997-1998 (APEAM, 2013).

Durante las heladas *fuertes* no ocurre el proceso de fecundación y se secan los brotes vegetativos del árbol. Durante las heladas *leves* se secan las florecencias más incipientes. Este tipo de heladas llegan a afectar hasta 40% de los árboles de un huerto.

En cuanto a los cambios percibidos en el comportamiento del clima, 95% de los productores de la tierra fría afirmaron que durante los últimos 15 años se percibe un aumento en la temperatura y una disminución de la precipitación, lo cual consideran como un cambio positivo porque: i) ya no ocurren de manera frecuente las heladas negras ni las granizadas, ii) se puede plantar aguacate en zonas más altas, y iii) el clima es ligeramente más cálido y favorece el incremento de la producción

en la tierra fría. La figura 3 muestra los datos climáticos normalizados de ocho estaciones climatológicas de la zona, los cuales evidencian que la mayor ocurrencia de eventos extremos estadísticos está relacionada, efectivamente, con el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación.

Figura 3. Gráfica con el número de eventos extremos de precipitación y temperatura ocurridos en diversas estaciones climatológicas de la meseta Purépecha



Datos normalizados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Por otro lado, las amenazas hidrometeorológicas identificadas por los productores de la tierra caliente están asociadas con las sequías del verano y la incertidumbre frente a la ocurrencia de la canícula. Si bien, la valoración sobre el cambio en el comportamiento del clima es la misma tanto en tierra caliente, como en tierra fría (aumento de la temperatura y disminución de la precipitación), los productores de la tierra caliente afirman que dichos cambios son negativos porque: i) la incidencia de en-

fermedades y plagas en el cultivo ha venido en aumento, ii) no hay lluvia suficiente en el verano, iii) el ciclo de las cosechas ha cambiado, y iv) el calor del verano no permite almacenar las cosechas, lo cual conlleva a la pérdida o disminución de las mismas.

Percepciones sobre riesgos climáticos y no climáticos

Al indagar sobre la posibilidad de que las amenazas hidrometeorológicas, identificadas por los productores, representen un riesgo para la producción de aguacate, se encontraron diferentes opiniones, ya que el clima no es el único factor que compromete la producción agrícola. A partir del piloto de la encuesta y del acompañamiento de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Tancítaro, en el desarrollo de la fase de campo, se pudo establecer cuáles son los factores que localmente –además del clima– contribuyen a una óptima producción, y cuyas carencias o limitaciones representan un riesgo para los productores.

Los resultados de la encuesta realizada entre los productores de tierra fría revelan que el escaso capital, así como la falta de acceso tanto a la propiedad de la tierra, como a los créditos formales, son los factores de mayor riesgo en la producción de aguacate. Por su parte, factores de orden biofísico, como la pérdida de fertilidad del suelo y la variabilidad climática, no representan un factor de riesgo al cultivo de aguacate (Figura 4).

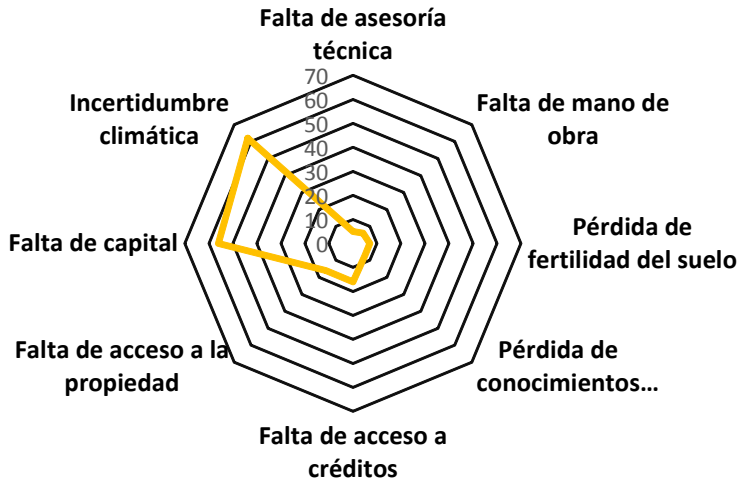
Figura 4. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo para la producción de aguacate en tierra fría



Fuente: encuesta de percepción, Tancítaro 2014.

Por su parte, los resultados de la encuesta entre los productores de tierra caliente evidencian que los riesgos a la producción están asociados a la incertidumbre climática y a la falta de capital y de acceso a la propiedad de la tierra. El poco acceso a créditos y las asesorías técnicas no son considerados como factores de riesgo al cultivo de aguacate (Figura 5).

Figura 5. Gráfica con la ponderación de los factores de riesgo para la producción de aguacate en tierra caliente



Fuente: encuesta de percepción, Tancítaro 2014.

Finalmente, para el análisis de riesgos de la producción por eventos hidrometeorológicos se comparó el nivel de conocimiento que se tienen sobre los roles de las instituciones de apoyo al sector aguacatero, el acceso formal a préstamos para el manejo del cultivo y los apoyos en caso de siniestros climáticos. Al ser el cultivo de aguacate el sector económico más importante del municipio y del estado de Michoacán, es de suponer que los actores locales tendrían claridad y conocimiento sobre las instituciones que pueden apoyar a los productores con información y/o apoyos formales frente a la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas. No obstante, se encontró que entre los actores locales no hay concesos frente al tema.

De los productores encuestados, 81% que se encuentran cercanos y en permanente interacción con la Junta de Sanidad Vegetal de Tancítaro, consideran que esta institución es la encargada de proveer información meteorológica y de alertar a la población en caso de pronósticos que impliquen riesgos al cultivo. Así mismo, 91% de los productores encuestados considera a la Junta Local como la institución que debe brindarles información sobre los seguros para cubrir siniestros climáticos. Con referencia a este último tópico, se encontró que 91% de los encuestados no tiene ningún tipo de seguro, y que la única ayuda que reciben ante las pérdidas por eventos hidrometeorológicos extremos, es la exención del pago de la cuota anual a la Junta Local de Sanidad Vegetal.

Por su parte, los técnicos de la Junta de Sanidad Vegetal, en concordancia con su labor misional, tienen una posición diferente frente a estos aspectos reconocidos por los productores. Según 66% de los técnicos encuestados, las instituciones encargadas de proveer información meteorológica y de alertar a los productores ante pronósticos climáticos de riesgo son la APEAM (Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México), la Sagarpa Michoacán (8%) y el Sistema Meteorológico Nacional (7%). Sobre las instituciones encargadas de informar sobre los seguros para cubrir siniestros climáticos, 66% de los técnicos encuestados asignó dicho rol a la Sagarpa y 20% a la APEAM.

DISCUSIÓN

Sobre la ocurrencia de eventos extremos estadísticos, es oportuno mencionar que la información climatológica a nivel local permite establecer, de manera discreta, ciertos rangos y tendencias para las variables más comúnmente registradas (precipitación y temperatura). De esta forma, a través del análisis de los extremos estadísticos se pudo corroborar que las percepciones sociales, sobre las tendencias y cambios del clima en Tancítaro (aumento de la temperatura y disminución de la temperatura

con sus diversas interpretaciones y expectativas), tienen una explicación desde el punto de vista estadístico. En contraste, los eventos extremos horarios, como las granizadas y heladas, que no tienen un registro cuantitativo puntual, desde el punto de vista social representan las principales amenazas al cultivo de aguacate.

En este orden de ideas, los eventos extremos que representan una amenaza para la producción de aguacate no son los mismos para todos los productores en Tancítaro, ya que la naturaleza de su ocurrencia y afectación varía según el rango altitudinal. Las heladas, granizadas y sequías como hidrometeorológicos de frecuente recurrencia y de impacto concatenado que generan diversas presiones y daños al cultivo, representan de manera relativa aspectos negativos y positivos, riesgos y oportunidades para los diferentes agricultores del mismo sector productivo aguacatero.

Para los productores de tierra fría, la cada vez menos frecuente ocurrencia de heladas y granizadas (por el paulatino aumento de la temperatura) representa un aspecto positivo de la variabilidad climática en Tancítaro, ya que ha traído oportunidades como el incremento del rendimiento en los huertos de altura, la expansión de la frontera agrícola en zonas seguras (como las laderas), y el almacenamiento de cosechas *in situ*, en espera de mejores oportunidades de venta. Si bien, las heladas y granizas son consideradas como amenazas entre la población (porque la zona de altura se encuentra expuesta a su ocurrencia y, en consecuencia, se presentan algunos daños a los cultivos), la percepción sobre el riesgo climático es muy baja, con respecto a otros factores no climáticos que sí son percibidos como riesgos relevantes para la producción, como la disponibilidad de capital para acceder a las asesorías técnicas especializadas requeridas para cumplir los protocolos de exportación. El análisis de esta percepción positiva frente a la variabilidad climática como un factor de bajo riesgo para la producción tiene dos aristas: la primera gira en torno a las mencionadas oportunidades que tienen los productores para ampliar las fronteras de cultivo en un clima óptimo que evitaría la incidencia de plagas, y permitiría un manejo adecuado para incrementar

los rendimientos, entre otras situaciones. No obstante, la expansión del cultivo de aguacate en la zona limítrofe al Parque Nacional Pico de Tancítaro implicaría un gran impacto en términos de: i) la disminución de las superficies boscosas, con sus respectivas afectaciones al sistema hidrológico (acuíferos subterráneos y aguas superficiales); ii) la contaminación de suelos y agua por el elevado e intenso uso de agroquímicos; iii) la pérdida de la biodiversidad, específicamente de insectos polinizadores y de poblaciones boscosas en estadios que permitan la regeneración natural, y iv) la erosión de los suelos con deslaves y derrumbes en los cerros.

Así mismo, al no señalar a la variabilidad climática como un riesgo para la producción, y en el contexto de incentivo a la actividad agrícola por el rápido crecimiento económico del sector, se propicia la continuidad de la especialización productiva con el aguacate, la cual es altamente dependiente de la importación de insumos agrícolas de alto costo y del comportamiento de los precios internacionales de exportación.

Por su parte, la percepción negativa de la variabilidad climática relacionada con el aumento de la sequía en tierra caliente (la cual se asocia con el incremento en la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo, la falta de agua y el incremento en la inversión para realizar un adecuado manejo, entre otros aspectos), coincide con la percepción de la variabilidad del clima como el factor de mayor riesgo para la producción de aguacate.

Los productores de la tierra caliente en Tancítaro tienen en la incertidumbre climática una creciente amenaza a su principal modo de vida, ante la cual no poseen los suficientes recursos para hacerle frente. En primer lugar, porque no cuentan con mecanismos financieros eficientes que les permita asumir las pérdidas por siniestros climáticos y, en segundo, porque sus prácticas de manejo ante las amenazas climáticas son de corto plazo, anticipatorias, reactivas, y su implementación depende del nivel económico del productor y/o de sus conocimientos empíricos (Burgos *et al.*, 2011).

Si bien, el riesgo hidrometeorológico es latente, considerado y asumido por los productores de tierra caliente, éste adquiere, por el momento, una dimensión de “riesgo aceptable” (Soares y Murrillo, 2013), ya que las pérdidas agrícolas acontecidas se han mantenido en límites razonables para los productores, de manera que el detrimento económico se asume pese a la informalidad para enfrentarlo (prestamos-créditos a través de las fertilizadoras locales y exención de pago de cuotas en la Junta Local de Sanidad Vegetal).

Por último, las respuestas de los productores de tierra fría y tierra caliente muestran un contraste, que no sólo se explica por la localización altitudinal, sino por las necesidades sociales de cada lugar. Esto deja ver que los riesgos climáticos tienden a ser menos ponderados en relación con aspectos socio-institucionales, como la falta de créditos y el acceso a la propiedad del suelo en la tierra fría.

En el caso de tierra caliente, el reconocimiento de la incertidumbre climática responde a que las amenazas hidrometeorológicas son más concretas, pero igualmente expone la fragilidad de un sistema productivo altamente vulnerable a problemas estructurales, como la falta de acceso a la propiedad de la tierra, y la necesidad de reforzar la construcción de capacidades, dado el desconocimiento generalizado sobre las instituciones que proporcionan apoyo técnico, crediticio y de aseguramiento.

CONCLUSIONES

A partir de la comprensión de cuáles son, y cómo se perciben las amenazas hidrometeorológicas desde la óptica espacial del gradiente altitudinal, el estudio de caso abonó elementos empíricos para discutir y comprender la valoración que tienen los aguacateros de Tancítaro sobre sus oportunidades, necesidades, así como la identificación de vulnerabilidades sociales con respecto al clima y otras variables fundamentales para la producción.

Según la percepción diferencial sobre lo positivo y negativo del cambio en el comportamiento del clima, el estudio de caso muestra cómo, dada una percepción positiva, el riesgo por eventos hidrometeorológicos queda subsumido en un continuo de otros factores de riesgo no climáticos dentro del ámbito de la actividad agrícola, tales como el acceso a la propiedad de la tierra o a créditos formales, así como la falta de apoyo en seguros a la producción, entre otros factores.

Como aporte a los debates de cambio climático, este trabajo revela que en paisajes de montaña, con gran heterogeneidad ambiental, la variabilidad del clima no es percibida aún como la principal amenaza a las estrategias productivas por parte de los agricultores de un mismo gremio porque, por un lado, la agricultura ha enfrentado, de manera permanente, todo tipo de eventos hidrometeorológicos, y por ello, los productores tienen prácticas de manejo y gestión de riesgo; y por otro lado, porque el campo afronta otro tipo de problemáticas económicas, sociales y políticas, contextuales, que representan un riesgo inmediato y temporalmente más tangible para los modos de vida rural.

En todo caso, el análisis de las percepciones sobre la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y la ponderación de riesgos climáticos y no climáticos, desde la perspectiva de los umbrales altitudinales, evidenció que el comportamiento del clima viene siendo un tema que cobra cada vez más relevancia, que se percibe de manera diferencial y que representa riesgos, pero también oportunidades para los productores, por tanto, su ponderación como riesgo es, por ahora, relativa. En la medida que los cambios ambientales, entre ellos el del clima, pongan en evidencia las vulnerabilidades sociales, asociadas al sistema productivo del aguacate, en un futuro se podría comprometer la productividad de un sector fundamental para la economía del Estado.

Para efectos prácticos, la producción de conocimiento en torno a las percepciones de la población frente a la ocurrencia de amenazas hidrometeorológicas y su probabilidad de daño, permite: i) sistematizar los intereses, demandas y necesidades de los actores involucrados en la

producción agrícola; ii) explorar la toma de decisiones de los productores agrícolas, en función del clima, iii) comprender la vulnerabilidad social y ambiental de los sistemas de producción y, iv) sentar las bases para construir procesos de participación, orientados a la adaptación local al cambio climático, mediante prácticas de manejo basadas en los conocimientos y contextos locales específicos. No obstante, uno de los retos para la construcción de estos procesos participativos de adaptación local consiste en conciliar los diversos tipos de conocimientos (con sus potenciales y limitaciones), interpretaciones (positivas y negativas), expectativas (riesgos u oportunidades) e intereses de los actores involucrados.

Si bien, este trabajo contribuyó al estudio de las percepciones sociales sobre el clima, desde una perspectiva geográfica-altitudinal, y demostró con evidencia empírica que un mismo gremio de productores tiene diferentes visiones y expectativas frente al comportamiento del clima, es relevante mencionar que el enfoque puede complementarse al integrar a este análisis otras variables sociales como el género y los rangos de edad.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto PAPIIT IA300413 “Evaluación de la adaptación al cambio climático en comunidades rurales a través de su capacidad de respuesta en diferentes contextos geográficos en el estado de Michoacán”, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM, Campus Morelia. El trabajo de campo se realizó gracias al apoyo constante del coordinador general, ingenieros y técnicos de la Junta Local de Sanidad Vegetal del municipio de Tancítaro, Michoacán. Los autores reconocen los comentarios de los revisores anónimos, ya que aportaron elementos relevantes para mejorar el contenido y presentación del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M., 2004, "Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture", en *Frontiers in Ecology and Environment*: 2: 35-42.
- APEAM, 2013, *Reporte meteorológico histórico para el municipio de Tancítaro*, en <http://www.apeamclima.org/historica.php>, consultado el 04/05/2014.
- Avila, B. y F. Briones, 2014, "Comunidades vulnerables ante amenazas identificadas: percepción del riesgo en Alvarado, Veracruz, México", en Werner, J. (Comp.), *Cambio climático. Poder, discursos y prácticas*, DESCO, Lima, Perú.
- Beck, U., 1998, *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Paidós, Barcelona.
- Briones, F., 2015, "Saberes climáticos de los campesinos ch'oles de Chiapas", en Hermesse, J. et al., (Eds.), *Ordenamiento territorial en la prevención de desastres*, Presse Universitaire de Louvain (PUL), Louvain-la-Neuve, Bélgica.
- Bryant, C. et al., 2000, "Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change", en *Climatic Change*, 45: 181-201.
- Burgos, A. et al., 2011, *Impacto ecológico del Cultivo de Aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: Definición de una Tipología de Productores*, Informe final a la Fundación Produce Michoacán (FPM) y la AALPAUM, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA/UNAM Campus Morelia), Morelia, Michoacán.
- Correa, E. et al., 2011, *Guía de reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastre*, Banco Mundial, Washington.
- Chávez, G. et al., 2012, *Impacto del cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate*, INIFAP-Sagarpa, México.
- Chuku, C. y C. Okoye, 2009, "Increasing resilience and reducing vulnerability in subSaharan African agriculture: Strategies for risk coping and management", en *African Journal of Agricultural Research*, 4(13): 1524-1535.

- Douglas, M., 1987, "Les études de perception du risque: un état de l'art", en Fabiani J-L. y J. Theys (Dir.), *La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques*, Presses de l'ENS, París.
- Feola, G. et al., 2015, "Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies", en *Journal of Rural Studies*, 39: 74-84.
- Gandure, S. et al., 2013, "'Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community", en *Environmental development*, 5: 39-53.
- García, V., 2005, "El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos", en *Desacatos*, 19:11-24.
- Hamilton, E. et al., 2012, "Forecasting the number of extreme daily events on seasonal timescales", en *Journal of Geophysical Research*, 117, D03114, doi:10.1029/2011JD016541.
- INEGI, 2009, *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tancítaro, Michoacán de Ocampo, México*.
- Junta Local de Sanidad Vegetal del Municipio de Tancítaro, 2014, *Censo aguacatero*. Documento confidencial, México.
- Lavell, A., 2011, *Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo. Buscando las relaciones y diferencias: una crítica y construcción conceptual y epistemológica*, La RED y FLACSO, México.
- Mertz, O. et al., 2009, "'Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation in rural Sahel", en *Environmental Management*, 43: 804-816.
- O'Brien, K. y R. Leichenko, 2000, "Double exposure: Assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization", en *Global Environmental Change*, 10(3): 221-232.
- Orlove, B. et al., 2011, "Conocimiento climático indígena en el sur de Uganda: múltiples componentes de un sistema dinámico regional", en Ulloa, A. (Ed.), *Perspectivas culturales del clima*, Universidad Nacional de Colombia, Perspectivas Ambientales.

- Osbah, H. *et al.*, 2011, "Supporting agricultural innovation in Uganda to respond to climate risk: linking climate change and variability with farmer perceptions", en *Experimental Agriculture*, 47(2): 293-316.
- Osbah, H. *et al.*, 2010, "Evaluating successful livelihood adaptation to climate variability and change in southern Africa", en *Ecology and Society*, 15(2): 34-51.
- Ramos, C. *et al.*, 2011, "Ciclos naturales, ciclos culturales: percepción y conocimientos tradicionales de los nasas frente al cambio climático en Toribio, Cauca, Colombia", en Ulloa, A. (Ed.), *Perspectivas culturales del clima*, Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas Ambientales.
- Reid, S. *et al.*, 2007, "Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture", en *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 609-637.
- Sanchez, M. y E. Lazos, 2011, "Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico", en *Climatic change*, 107: 363-389.
- Sandoval, C. *et al.*, 2014, "Vulnerabilidad social y percepciones asociadas al cambio climático: una aproximación desde la localidad de Ixil, Yucatán", en *Sociedad y Ambiente*, 1(5): 7-24.
- Saurí, D., 2003, "Tendencias recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales", en *Áreas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 23: 17-30.
- Smit, B. y M. Skinner, 2002, "Adaptation options in agriculture to climate change: a typology", en *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7: 85-114.
- Soares, D. y D. Murillo, 2013, "Gestión de riesgo de desastres, género y cambio climático. Percepciones sociales en Yucatán, México", en *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(72): 181-199.
- Thiebaut, V., 2011, "Evolución del paisaje aguacatero en Michoacán: procesos socioeconómicos y medioambientales", en *Estudios sociales*, 13(10): 235-254.

- Tucker, C. *et al.*, 2010, "Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico", en *Global environmental Change*, 20: 23-32.
- Wall, E. y B. Smit, 2005, "Climate Change Adaptation in Light of Sustainable Agriculture", en *Journal of Sustainable Agriculture*, 27(1): 113-123.
- Wisner, B. *et al.*, 2004, *At Risk*, Routledge, Londres.

Crecimiento del Barbo rosy *Puntius conchoni* (Teleostei: Cyprinidae) bajo distintas condiciones nutricionales

Omar Domínguez Castanedo¹ y David Martínez Espinosa²

Resumen. Una de las deficiencias en la acuicultura de peces ornamentales es el costo de suministros nutricionales óptimos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de *Puntius conchoni* bajo tres regímenes alimenticios, uno comercial (El Pedregal[®]) y dos experimentales de bajo procesamiento y costo: el primero de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) y el segundo de tenebrio (*Tenebrio molitor*). Las dietas fueron evaluadas durante cinco semanas. Para los grupos de Pedregal[®], Lombriz y Tenebrio, la longitud patrón y peso finales fueron: $3.00 \pm 0.23 \text{ cm}$ y $0.98 \pm 0.07 \text{ g}$; $3.01 \pm 0.18 \text{ cm}$ y $0.98 \pm 0.08 \text{ g}$; $2.78 \pm 0.22 \text{ cm}$ y 0.86 ± 0.09 , respectivamente, detectándose diferencias significativas entre los primeros con respecto del último; la tasa de crecimiento específica para talla y peso fue: 3.13 y 2.10; 3.13 y 2.10; 2.92 y 1.94, respectivamente; la conversión alimenticia y el factor de ésta fueron: 1.92 y 2.35; 1.92 y 2.35; 1.93 y 2.44, respectivamente. Con base en los indicadores utilizados, el alimento más adecuado para el cultivo de *P. conchoni* fue la lombriz.

Palabras clave: acuicultura ornamental, conversión alimenticia, *Eisenia foetida*, *Tenebrio molitor*, factor de condición múltiple.

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, e-mail: dominguezcastanedo@gmail.com

² Laboratorio de Sistemas Acuícolas, Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco, e-mail: maed4024@correo.xoc.uam.mx

Abstract. One of the principal deficiencies in the ornamental aquaculture is the cost of the nutritional supplies. This study was set up to evaluate the growth of *Puntius conchonius* during three nutritional feeds (for five weeks): a typical commercial food “El Pedregal®”; and two low-cost foods (experimentally-created): earthworm-based (*Eisenia foetida*) and mealworms-based (*Tenebrio molitor*). In that order, the length and weight were: $3.00 \pm 0.23 \text{ cm}$ and $0.98 \pm 0.07 \text{ g}$; $3.01 \pm 0.18 \text{ cm}$ and $0.98 \pm 0.08 \text{ g}$; $2.78 \pm 0.22 \text{ cm}$ and 0.86 ± 0.09 , respectively; specific growth rate for length and weight were: 3.13 and 2.10; 3.13 and 2.10; 2.92 and 1.94 respectively; the feed conversion and its factor were: 1.92 and 2.35; 1.92 and 2.35; 1.93 and 2.44 respectively. The cost per kg of the diets was 16, 12 and 10 pesos for Pedregal®, earthworm-based and mealworms-based group, respectively. According to these results, the most suitable feed for *P. conchonius* was the earthworm-based food. This feed induced similar growth to the commercial diet and far superior to the mealworms-based.

Key words: ornamental aquaculture, feed conversion, *Eisenia foetida*, *Tenebrio molitor*, multiple condition factor.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura de peces ornamentales es una actividad productiva de crecimiento acelerado, que representa el sustento económico de un número cada vez mayor de familias en México. Lo anterior debido a que ofrece diversas ventajas comparada con el cultivo de peces comestibles, tales como la reducción del volumen de cultivo, costos de operación y la comercialización de los peces, la cual es por unidad, no por peso. Por ello, este proceso productivo se ha consolidado como una opción de autoempleo viable y rentable para miles de familias ante la situación actual de crisis económica y desempleo (Martínez-Espinosa *et al.*, 2004; Conapesca, 2005; Ramírez *et al.*, 2010).

Sin embargo, es importante resaltar que las unidades productivas operan con diversas problemáticas que impiden su desarrollo (Domínguez-Castanedo, 2012; Martínez-Espinosa *et al.*, 2013); entre las cuales destacan: los elevados costos en los alimentos balanceados para peces existentes en el mercado local. Una alternativa para superar este obstáculo es la implementación de alimentos de bajo costo, fácil adquisición o producción y que cumplan con las necesidades nutricionales de las especies producidas en el mercado nacional (Negrete-Redondo *et al.*, 2008; Sales y Janssens, 2003).

La mayoría de las granjas ornamentales en México funcionan de forma extensiva y semiintensiva. Lo anterior implica el uso de fertilizantes en los estanques para generar la producción de organismos planc-tónicos, que son el alimento principal de los peces cultivados bajo estas condiciones. El resultado es la reducción de peces producidos por las bajas tasas de crecimiento y densidades de cultivo. En su conjunto, estos factores condicionan a las unidades productivas a ser poco rentables (Martínez-Espinosa *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2010).

Un teleósteo tropical que posee gran popularidad internacional y, por tanto, valor comercial como pez de ornato, es el Barbo rosy *Puntius conchoni*, especie de la familia Cyprinidae, nativa de Asia (Dawes, 2005), además, es un sujeto de estudio científico ideal, debido a que es una especie de tamaño pequeño y manipulable, resistente al manejo y fácil de reproducir. Por lo anterior, han sido utilizados como modelo en diversas investigaciones sobre toxicología (Gill y Pant, 1985; Gill *et al.*, 1988; Gill *et al.*, 1992; Bhattacharya *et al.*, 2005b) y biología de la reproducción (Çek *et al.*, 2001; Kirankumar *et al.*, 2003; Kirankumar y Pandian, 2004; Bhattacharya *et al.*, 2005a). Sin embargo, no se ha considerado como modelo en estudios de manejo para unidades productivas comerciales, los cuales permitirían la generación de propuestas encaminadas al mejoramiento en su cultivo y el de especies similares.

La búsqueda de alternativas que permitan aminorar los costos de alimentación en las unidades productivas piscícolas, ha llevado a la uti-

lización de alimentos vivos o de escaso procesamiento, bajo costo y alto valor nutricional. Un ejemplo de lo anterior lo constituye el gusano de la harina *Tenebrio molitor* (Ng *et al.*, 2001; Negrete-Redondo *et al.*, 2008) y la lombriz de tierra *Eisenia foetida* (Hansen y Czochanska, 1975; Tacon *et al.*, 1983; Vielma-Rendon *et al.*, 2003).

Con base en lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron, por un lado, evaluar el crecimiento de *P. conchoni* con tres dietas de fácil adquisición por parte de los productores, caracterizar el uso que dan los peces a la energía asociada a las dietas experimentales y, finalmente, determinar con base en un análisis costo-beneficio, cuál alimento constituye la mejor alternativa para el cultivo de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 360 individuos de la especie *P. conchoni* de treinta días post eclosión adquiridos con un productor local de la Ciudad de México. La longitud estándar (Le), altura máxima del cuerpo (Amax) y peso (p) iniciales fueron 1.30 ± 0.27 cm, 0.52 ± 0.24 cm y 0.19 ± 0.00 g, respectivamente. Los peces fueron distribuidos al azar en nueve unidades experimentales de 20 L (cada una), con filtración mecánica y biológica constante mediante filtros de esquina Azul®. La temperatura se mantuvo a 26 ± 1 °C a lo largo del experimento con termostatos de 25 w Elite®, y el fotoperiodo fue de 14 horas de luz por 10 de obscuridad.

Se evaluaron tres grupos de 120 peces, por triplicado, durante cinco semanas (tiempo en que los peces alcanzaron la primera talla comercial [3 cm de Le], simulando la estrategia seguida en unidades productivas): dos dietas experimentales y una comercial que fungió como control, por ser utilizada comúnmente en granjas comerciales de peces ornamentales en el estado de Morelos. Los grupos (dietas) se describen a continuación:

Grupo 1: Alimento elaborado con lombriz de tierra (*Eisenia foetida*); previamente secada durante 24 h a 34 °C y molida con un mortero)

con un mínimo de 12% de proteína. Grupo 2: Alimento elaborado con tenebrios (*Tenebrio molitor*; previamente secados durante 24 h a 34 °C y molidos con un mortero) con un mínimo de 12% de proteína. Grupo 3: Alimento comercial para trucha El Pedregal® (Silver-Cup®) con un mínimo de 27% de proteína.

El análisis proximal de los alimentos, realizado en el Laboratorio de Bromatología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis bromatológico de los grupos experimentales

Indicador (%)	El Pedregal®	Tenebrio	Lombriz
Proteína cruda	27.2317	12.7908	12.093
Extracto etéreo (grasa)	17.1262	25.2125	7.6332
Cenizas	11.998	4.963	9.639
Fibra cruda	0.8763	5.7142	1.4206
Extracto libre de nitrógeno	42.7678	51.3195	69.2142

La cantidad de alimento proporcionado a los peces se estimó en función de su peso, obtenido en cada una de las mediciones realizadas semanalmente. El porcentaje de biomasa de los peces que se proporcionó fue de 7, 7, 5, 5 y 3%, respectivamente, para cada semana del experimento, y fue suministrado en tres raciones diarias, de acuerdo a Chhorn y Webster (2006).

Cada semana se registraron las siguientes biometrías de los peces: longitud estándar y altura máxima del cuerpo con un calibrador vernier Scala® (± 0.01 mm), y el peso con una balanza digital Ohaus® (± 0.001 g) de todos los organismos. El crecimiento de los peces se evaluó con base en el incremento en longitud, altura y peso.

Se calculó la tasa específica de crecimiento (TCE) y Crecimiento absoluto (CA) de acuerdo a Wootton (1991):

$$TCE = ((\text{Ln}Y_f - \text{Ln}Y_i) / T) \times 100$$

donde:

TEC = Tasa de crecimiento específico

$\text{Ln}Y_f$ = Logaritmo natural del peso o talla final

$\text{Ln}Y_i$ = Logaritmo natural del peso o talla inicial

T = tiempo

$$CA = Y_f - Y_i$$

donde:

CA = Crecimiento absoluto

Y_f = Talla o peso final

Y_i = Talla o peso inicial

Por otro lado, se estimó el factor de condición múltiple (KM), por considerarlo un indicador de la eficiencia para transformar el alimento en biomasa y utilización de la energía (Ricker, 1975; Medina, 1979); la ecuación que se usó fue la siguiente:

$$KM = (W / L^b \times A^c) \times 100$$

donde:

KM = Factor de condición múltiple

W = Peso (g)

L = Longitud (cm)

b = Coeficiente de regresión de la longitud contra el peso

A = Altura (cm)

c = Coeficiente de regresión de la altura contra el peso

Además, se calculó la Conversión Alimenticia (CoAl) y el Factor de conversión alimenticia de acuerdo con Kilambi y Robinson (1979):

$$\text{CoAl} = \text{Ai} / \text{Pg}$$

donde:

CoAl = Conversión Alimenticia

Ai = Alimento ingerido

Pg = Peso ganado

$$\text{FCA} = \text{CA} / \text{Ac} \times 100$$

donde:

FCA = Factor de conversión Alimenticia

CA = Crecimiento absoluto

Ac = Alimento consumido (g)

Por otro lado, se cuantificaron las concentraciones de NH_3 (amonio no ionizado) semanalmente, por considerarse el principal parámetro nitrogenado limitante para la producción acuícola (Timmons y Ebeling, 2007), con un espectrofotómetro multiparamétrico Hanna C99® (± 0.001) en mg L^{-1} .

El beneficio económico se estimó sólo a partir de la diferencia en el costo de los alimentos, extrapolados a la adquisición de 1 kg de éstos, ya que los costos de producción, como insumos y mano de obra en los alimentos experimentales fueron iguales.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre las mediciones de talla, peso, KM, la calidad del agua y la cantidad de alimento suministrado a los diferentes grupos, se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA). En los casos en que se detectaron diferencias significativas entre las variables analizadas, se procedió a aplicar una comparación de medias múltiples por la prueba de Tukey, para determinar entre qué variables existieron las diferencias ($P < 0.05$) (Hoaglin *et al.*, 1991).

RESULTADOS

Crecimiento

Los grupos que registraron los indicadores de crecimiento mayores y menores fueron el de Lombriz y Tenebrio, respectivamente. Sólo se detectaron diferencias significativas en la longitud patrón y en el peso entre los grupos de Lombriz y Pedregal® con respecto al de Tenebrio ($P < 0.05$). No se registraron diferencias significativas en la altura máxima del cuerpo entre los grupos experimentales. Los valores mayores del CA y TCE se presentaron en los grupos de Lombriz y Pedregal®. Los resultados de longitud, altura, peso finales, CA, ganancia y TCE se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Indicadores del crecimiento en *P. conchonius*

Parámetro	Grupo	Final	CA	Ganancia (%)	TCE
Longitud patrón (cm)	Pedregal® ^a	3.00±0.23	1.67	55.6	3.13
	Lombriz ^a	3.01±0.18	1.68	55.8	3.13
	Tenebrio ^b	2.78±0.22	1.45	52.1	2.92
Altura máxima (cm)	Pedregal®	0.72±0.08	0.55	50.8	2.03
	Lombriz	0.75±0.09	0.58	52.0	2.09
	Tenebrio	0.68±0.08	0.48	47.0	1.81
Peso (g)	Pedregal® ^a	0.98±0.07	0.80	81.6	2.10
	Lombriz ^a	0.98±0.08	0.80	81.6	2.10
	Tenebrio ^b	0.86±0.09	0.68	79.6	1.94

Literales diferentes representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Factor de condición múltiple

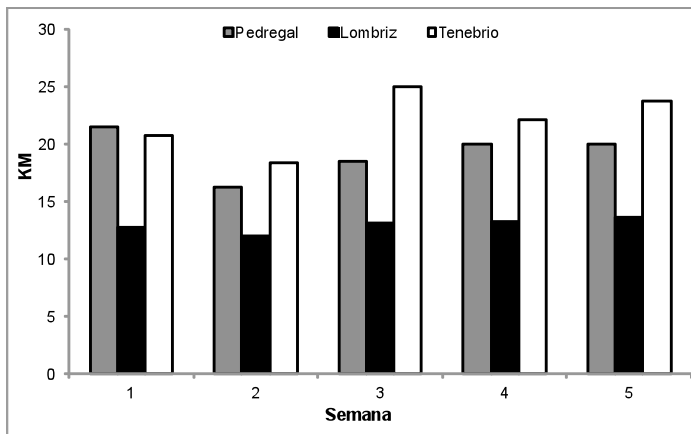
Los peces que presentaron el mayor KM fueron los del grupo de Tenebrio, seguidos por los del Pedregal[®]. El grupo de Lombriz fue el que registró los valores más bajos (Figura 1). Se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el de Lombriz con respecto a los otros grupos (Tabla 3). El patrón del uso de la energía muestra que la tendencia es a la utilización de ésta, manteniéndose estable al paso de las semanas en el grupo de Lombriz. En los grupos restantes, se muestra un patrón consistente en un proceso de almacenamiento durante la primera semana, seguido de su utilización a lo largo de la siguiente, y de almacenamiento en la sucesiva, registrándose el mismo comportamiento en las subsecuentes mediciones.

Tabla 3. Factor de condición múltiple de *P. conchoni* en los grupos experimentales

Semana	Pedregal ^{®a}	Lombriz ^b	Tenebrio ^a
1	21.52	12.81	20.70
2	16.27	12.00	18.42
3	18.59	13.07	25.00
4	19.97	13.20	22.20
5	20.09	13.66	23.78
Promedio	19.32	12.90	21.90

Literales diferentes representan diferencias estadísticas significativas (Tukey, $P < 0.05$).

Figura 1. Factor de condición múltiple en *P. conchoni* en los grupos experimentales



Conversión alimenticia

Los peces del grupo de Tenebrio presentaron tanto la mayor CoAl, como el FCA. Los valores de los grupos de Lombriz y El Pedregal® se comportaron de forma similar. Los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Conversión alimenticia de *P. conchoni*

Índice	Pedregal®	Lombriz	Tenebrio
CoAl	1.92	1.92	1.93
FCA	2.35	2.35	2.44

Calidad de agua

Los valores de NH_3 más elevados se registraron en el grupo de Tenebrio, sin detectarse diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de NH_3 en los grupos experimentales de *P. conchonius* (mg L^{-1})

Semana	Pedregal®	Lombriz	Tenebrios
1	0	0	0
2	0.01	0.01	0.02
3	0.01	0.01	0.04
4	0.02	0.01	0.05
5	0.03	0.02	0.06

Beneficio económico. La cantidad de alimento proporcionado semanalmente, la suma total utilizada para cada grupo y el porcentaje de biomasa correspondiente a cada semana se muestran en la tabla 6. No se detectaron diferencias en la cantidad de alimento proporcionado a los peces de los diferentes grupos. El alimento más costoso fue El Pedregal® con un valor de 16.00 pesos mexicanos kg^{-1} , seguido por el de Lombriz con un valor de 12.00 pesos mexicanos kg^{-1} ; y el más económico fue el de Tenebrio, con un valor de 10.00 pesos mexicanos kg^{-1} .

Tabla 6. Cantidad de alimento y porcentaje de biomasa correspondiente a cada semana

Semana	%biomasa	Gramos de alimento		
		Pedregal®	Lombriz	Tenebrio
1	7	0.378	0.378	0.378
2	7	0.420	0.420	0.399
3	5	0.375	0.375	0.300
4	5	0.420	0.420	0.360
5	3	0.288	0.288	0.225
Total de alimento (g)		1.881	1.881	1.662

DISCUSIÓN

Son escasos los estudios similares realizados con teleósteos tropicales que permitan contrastar el alcance de la aplicación de estas dietas experimentales con el presente trabajo. Tacon *et al.* (1983) evaluaron el crecimiento de *Onchorynchus mykiss* con el suministro *Eisenia foetida* y dos lombrices de tierra más, obteniendo resultados análogos al presente: el crecimiento de los peces alimentados con *E. foetida* fue igual o mejor que el registrado en los peces alimentados con alimento balanceado.

Por su parte, Ng *et al.* (2001) evaluaron harina de *Tenebrio molitor* por sí sola y en combinación con alimento balanceado en el crecimiento del teleósteo *Clarias gariepinus*, y determinaron que es una alternativa aceptable para la especie en estudio, a pesar de no presentar el mejor desempeño al ser suministrado sin algún aditivo, ya que solamente aumentó el crecimiento de los peces al ser proporcionado en conjunto con el alimento balanceado.

El presente trabajo sugiere que en peces tropicales con tendencia herbívora y con importancia económica como *P. conchoniis*, es posible suplir los niveles de proteína por un alimento con mayor cantidad de

carbohidratos como menciona Pennevis, (1993). Lo anterior se basa en que el alimento de Lombriz y El Pedregal®, que tienen los niveles más elevados de carbohidratos y proteínas, respectivamente, tuvieron un aprovechamiento similar por parte de los peces, expresado en el mayor crecimiento en todos sus indicadores, CA y TCE. Esto además se apoya en que el TCE está directamente influenciado por el contenido de proteínas en el alimento (Austreng y Refstille, 1979; Soriano y Hernández, 2002; Arce y Luna-Figueroa, 2003), y aquí se documentó un desempeño similar en el alimento con mayor concentración de carbohidratos.

Las proteínas son generalmente el componente más oneroso en la formulación de alimentos para la acuicultura, por lo que, para abatir los costos de producción, es deseable suplir los bajos requerimientos proteicos de las especies herbívoras y omnívoras, por un adecuado balance de nutrientes que las sustituyan y que estén acordes a las necesidades energéticas específicas de este tipo de especies (Sargent *et al.*, 2002; Sales y Janssens, 2003).

En especies tropicales con tendencia herbívora, como *P. conchonius* (Dawes, 2005), son los carbohidratos la principal fuente de energía química para los tejidos, éstos son digeridos por la microflora del intestino grueso (NRC, 1993; Pannevis, 1993; Earle, 1995), compensando la falta de proteínas (Smith, 1989; Sales y Janssens, 2003).

Los peces con tendencia herbívora presentan modificaciones morfológicas y fisiológicas para hacer frente a la escasez del aporte de proteínas en su dieta, mediante un intestino largo que permite incrementar las tasas en el tránsito de los alimentos y, con ello, aumentar la frecuencia alimenticia, permitiendo la reabsorción de enzimas proteolíticas que degradan proteínas (Fris y Horn, 1993). Sin embargo, muchas de las especies herbívoras son omnívoras en etapas larvarias y juveniles, dependiendo de las proteínas de origen animal en su dieta para sobrevivir y crecer (Opuszynski y Shireman, 1995). Otras complementan su dieta vegetal con proteína animal proveniente de insectos y otros organismos acuáticos presentes en la vegetación que consumen (Fischer y Lyakhno-

vich, 1973; Bitterlich, 1985). Lo anterior deja manifiesta la necesidad de conocer la biología particular de cada especie con importancia económica, ya que no se ha establecido el balance de los nutrientes necesarios para cada una de ellas, dada su gran diversidad (Sales y Janssens, 2003).

Por otro lado, el patrón en el uso-almacenamiento de energía proveniente del alimento puede variar de acuerdo a la cantidad y calidad de éste (Kuri, 1979; Medina, 1979). El KM fluctuó en función de las concentraciones de grasa en el alimento, registrándose el valor más bajo en el grupo de Lombriz y el más alto en el de Tenebrios. El patrón observado sugiere que *P. conchoni*, un herbívoro tropical, almacenó la grasa del alimento, mientras que utilizó los carbohidratos en el crecimiento, ya que los peces que presentaron mayor crecimiento fueron alimentados con más cantidad de carbohidratos (Earle, 1995; Sales y Janssens, 2003); mientras que los alimentados con mayor cantidad de grasa presentaron un mayor KM, pero menor crecimiento (Medina, 1979).

Por su parte, la conversión alimenticia refleja el aprovechamiento del alimento por parte de los peces, según su calidad con respecto a cada especie. Un valor alto refleja un pobre aprovechamiento, mientras que uno bajo indica una dieta acorde a los requerimientos de la especie (Westers, 1995). En este contexto, en el presente trabajo se demostró que el alimento de Tenebrio, con mayor cantidad de grasa, poca proteína y nivel medio de carbohidratos, además de presentar los indicadores de crecimiento más bajos y KM más elevado, también tuvo la CoAl y FCA más alto de los tres grupos. Lo anterior demuestra el bajo aprovechamiento que tuvieron los peces de esta condición nutricional. Además, es de resaltar que el alimento balanceado Pedregal[®], a diferencia de los otros, cuenta con la adición de vitaminas y minerales.

Con respecto a la calidad de agua, las concentraciones de NH_3 se mantuvieron dentro de los rangos aceptables para la acuicultura ($<0.03 \text{ mg L}^{-1}$) de acuerdo con Timmons y Ebeling, 2007, en las cinco semanas que duró el experimento, salvo en el grupo de Tenebrio, en el que se registraron valores superiores a lo recomendado a partir de la tercera semana.

La mayor parte del NH_3 en los estanques de cultivo proviene del catabolismo de las proteínas. A mayor cantidad de proteínas en el alimento, mayor cantidad de NH_3 en el agua. Una parte de las concentraciones de este compuesto provienen también del alimento en descomposición que no consumen los peces (Losordo, 1997). Las concentraciones recomendadas para el cultivo de peces tropicales son $<0.03 \text{ mg L}^{-1}$ (Timmons y Ebeling, 2007). En la presente investigación, las cantidades de alimento suministrada a los peces fueron pequeñas, por lo que se sugiere que las concentraciones más elevadas en el grupo de Tenebrio, a pesar de no tener la mayor cantidad de proteínas, se debieron al alimento no consumido por los peces, ya que fue éste el que presentó la menor palatabilidad aparente y la menor facilidad de consumo en especies que se alimentan en la superficie, como el presente sujeto de estudio, donde se observó mayor dificultad y presencia de sobras; contrario a *Clarias gariepinus* donde se reportó una buena palatabilidad (Ng *et al.*, 2001).

Finalmente, el alimento que resultó más costoso, en este experimento, extrapolada su administración a 1 kg, fue El Pedregal®. Esto debido a su mayor procesamiento, contrario a los de Lombriz y Tenebrio que presentaron los costos intermedios y más bajos, respectivamente. Dado que son alimentos de bajo procesamiento, su costo fue el correspondiente únicamente a la adquisición directa de las lombrices y los tenebrios con productores locales.

CONCLUSIÓN

Con base en el incremento de talla y peso, crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico, conversión alimenticia, factor de condición múltiple, calidad de agua y costo, el alimento más adecuado para el cultivo de *P. conchoni* fue hecho a base de *E. foetida*. Lo anterior debido a que tuvo rendimientos similares a los del alimento comercial El Pedregal®, y muy superiores a los de Tenebrios, reflejando el mayor aprovechamiento de los peces y con un menor costo.

AGRADECIMIENTOS

A Liliana García Calva por sus sugerencias para mejorar el manuscrito. A Bruno A. Marichal-Cancino por la revisión del manuscrito y la traducción del resumen para la elaboración del abstract. A los revisores anónimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, E. y J. Luna, 2003, "Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio", en *Rev. Aquatic*, 18: 39-47.
- Austreng, E. y T. Refstie, 1979, "Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout", en *Aquaculture*, 18: 145-156.
- Bhattacharya, H. *et al.*, 2005a, "Embryonic development of the rosy barb *Puntius conchoni* Hamilton 1822 (Cyprinidae)", en *Trop. Zool.*, 18: 25-37.
- Bhattacharya, H. *et al.*, 2005b, "Biochemical Effects to Toxicity of CCl₄ on Rosy Barbs (*Puntius conchoni*)", en *Our Nature*, 3(1): 20-25.
- Bitterlich, G., 1985, "Digestive enzyme pattern of two stomachless filter feeders, silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val., and bighead carp en *Aristichthys nobilis* Rich", en *J. Fish Biol.*, 27(2): 103-112.
- Çek, S. *et al.*, 2001, "Oogenesis, Hepatosomatic and Gonadosomatic Indices, and Sex Ratio in Rosy Barb (*Puntius conchoni*)", en *Turk. J. Fish. Aquat. Sc.*, 1: 33-41.
- Chhorn, L. y D. Webster, 2006, "Feeding practices", en Chhorn, L. y D. Webster (Edit.), *Tilapia. Biology, Culture and Nutrition*, Food Products Press, The Howorth, Nueva York. EEUU.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca), 2005, Anuario 2005, en <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>, consultado el 31/enero/2015.

- Dawes, J., 2005, *Complete encyclopedia of the freshwater aquarium*, Firefly Book, Canadá y Estados Unidos.
- Domínguez, O., 2012, "Los Sistemas Acuícolas de Recirculación: ¿una alternativa para el cultivo sustentable de peces ornamentales en el estado de Morelos?", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 12(24): 207-225.
- Earle, E., 1995, "The nutritional requeriments of ornamental fish", en *Vet. Q.* 17: 50-59.
- Fischer, Z. y P. Lyakhnovich, 1973, "Biology and bioenergetics of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Vall.)", en *Pol. Archives of Hydrobiology*, 20: 521-557.
- Fris, B. y H. Horn, 1993, "Effects of diets of different protein content on food consumption, gut retention, protein conversion, and growth of *Cebidichthys violaceus* (Girard), an herbivorous fish of temperate zone marine waters", en *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 166(2): 185-202.
- Gill, S. y Pant, C., 1985, "Erythrocytic and leukocytic responses to cadmium poisoning in a freshwater fish, *Puntius conchoniuss* ham", en *Environ. Res.*, 36(2): 327-337.
- Gill, S. *et al.*, 1988, "Gill, liver and kidney lesions associated with experimental exposures to carbaryl and dimethoate in the fish (*Puntius conchoniuss* Ham.)", en *B. Environ. Contam. Tox.*, 41: 71-78.
- Gill, S. *et al.*, 1992, "Short- and long-term effects of copper on the rosy barb (*Puntius conchoniuss* Ham.)", en *Ecotox. Environ. Safety*, 23(3): 294-306.
- Hansen, P. y Z. Czochanska, 1975, "The fatty acid composition of the lipids of earthworms", en *J. Scien. Food Agri*, 26: 961-971.
- Hoaglin, D. *et al.*, 1991, *Fundamentals of exploratory analysis of variance*, John Wiley and Sons Inc., Nueva York.
- Kilambi, V. y R. Robinson, 1979, "Effects of temperature and stocking density on food consumption and growth of grass carp *Ctenopharyngodon idella*", en *Val. J. Fish Biol*, 15: 337-342.

- Kirankumar, S. *et al.*, 2003, "Hormonal induction of supermale golden rosy barb and isolation of Y-chromosome specific markers", en *Gen. Comp. Endocr.*, 134(1): 62-71.
- Kirankumar, S. y J. Pandian, 2004, "Interspecific androgenetic restoration of rosy barb using cadaveric sperm", en *Genome*, 47: 66-73.
- Kuri, N., 1979, "Determinación del Factor de Condición Múltiple (KM)", *Manuales Técnicos de Acuicultura*, Depto. de Pesca, México.
- Losordo, M., 1997, "Tilapia culture in intensive recirculating systems", en Costa, A. y E. Rokocy (comp.) *Tilapia aquaculture in the americas*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Los Ángeles, EEUU.
- Martínez, D. *et al.*, 2004, "Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos", en *Sociedades Rurales Producción y Medio Ambiente*, 5(8): 69-75.
- Martínez, D. *et al.*, 2011, "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): 15-36.
- 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.
- Medina, M., 1979, "El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de las carpas de Israel (*Cyprinus carpio*), hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963)", *Manuales Técnicos de Acuicultura*, Departamento de Pesca, México 111: 1.
- National Research Council (NRC), 1993, *Nutrien requerimientos of fish*, National Academy Press, Washington, EEUU.
- Negrete, P. *et al.*, 2008, "Evaluación de la calidad bacteriológica del alimento vivo (*Artemia*, *Daphnia*, *Tenebrio* y *Tubifex*) para peces en los sitios de su recolección, producción y venta", en *Vet. México*, 39(3): 255-268.

- Ng, W. *et al.*, 2001, "Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*", en *Aquac. Res.*, 32(1): 273-280.
- Opuszynski, K. y V. Shireman, 1995, *Herbivorous fishes: culture and use for weed management*, National Fishery Research Center, CRC Press, EEUU.
- Pennevis, C., 1993, "Nutrition of ornamental fish", en Burger, H. (Edit.) *The Waltham Book of Companion Animal Nutrition*, Pergamon Press, Oxford.
- Ramírez, M. *et al.*, 2010, *Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México*, Libros Universitarios, Universidad Autónoma de Nuevo León e Instituto Nacional de Pesca, México.
- Ricker, E., 1975, "Computation and interpretation of biological statistics of fish population", Department of the Environmental Fisheries and Marine Services, en *Ottawa Bulletin*, 191: 203-204.
- Sales, J. y J. Janssens, 2003, "Nutrient requirements of ornamental fish", en *Aquat. Living Resour.*, 16: 533-540.
- Sargent, R. *et al.*, 2002, "The lipids", en Halver, E. y W. Hardy (Eds.), *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego.
- Smith, R., 1989, "Fish Nutrition", en Halver, E. (Edit.), Academic Press, San Diego.
- Soriano, M. y D. Hernández, 2002, "Tasa de crecimiento del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciriformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio", en *Acta Universitaria*, 12(2): 28-33.
- Tacon, G. *et al.*, 1983, "A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout", en *Aquaculture*, 35: 187-199.
- Timmons, M. y M. Ebeling, 2007, *Recirculating aquaculture*, NRAC, Nueva York.
- Vielma, R. *et al.*, 2003, "Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante cromatografía

de gases acoplada a espectrometría de masas”, en *Rev. Fac. Farma*, 45(2): 39-44.

Westers, H., 1995, *Feed and feeding strategies to reduce aquaculture waste*. Aquaculture Bioengineering Corporation, Aquaculture Engineering and Waste Management, Washington, EEUU.

Wootton, F., 1991, *Ecology of teleost fishes*, Fish and Fisheries, Series, Chapman y Hall, Londres.

Evaluación bromatológica y co-contaminación con aflatoxinas y fumonisinas en la semilla de maíz protegida con plaguicidas

Silvia D. Peña Betancourt ¹, Alberto Trujillo Campos y Beatriz S. Schettino Bermudez

Resumen. El maíz es un alimento de importancia mundial, debido a esto, es primordial detectar la calidad sanitaria del mismo, no sólo en el grano durante la cosecha o el almacenamiento, sino también en la semilla. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la composición química bromatológica y co-contaminación de micotoxinas en 17 genotipos de semilla de maíz, protegida con plaguicidas y un colorante (7 variedad amarillo y 10 variedad blanco), obtenidos del campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Jiutepec Mor., durante la primavera de 2014. Se analizó el contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), cenizas (CEN), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), lípidos totales (LIPT), fumonisinas totales (FUMT) y aflatoxina B₁ (AFB₁), mediante técnicas aprobadas por el AOAC (1990). Para el análisis estadístico, las muestras se agruparon por variedad (amarillo y blanco). Se realizó una prueba de T para muestras independientes por medio del paquete estadístico SAS (1999). Los resultados para el contenido nutricional y de MS (PB, FB, EE y CEN), fue muy similar ($p > 0.05$) en los genotipos evaluados. Para LIPT y FUMT se encontró diferencia estadísticamente significativa por genotipo ($p < 0.01$). De los 17 genotipos de maíz contaminados

¹ Laboratorio de Toxicología, Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-X, e-mail: s.denisepena@gmail.com.

con fumonisinas totales, 38%, presentó niveles promedio de 1.096 mg kg y 61% en 0.23 mg kg; 25% con aflatoxinas en 0.0042 mg kg. Se concluye que la semilla de maíz protegida con plaguicidas presenta una co-contaminación por fumonisinas y aflatoxina B₁, por lo que se sugiere se determine el riesgo que representan para la salud humana y animal debido a su probada toxicidad.

Palabras clave: micotoxinas, semilla, *aspergillus flavus*, *fusarium verticillioides*.

Abstract. Corn is a food of global importance, because of this, it is important to monitor its health quality, not only during harvest or storage of the grain, but also sowing seed. The aim of this study was to determine the chemical bromatological composition and the mycotoxins co-contamination in 17 genotypes of maize seed protected with pesticides and synthetic dyes (7 yellow variety and 10 white variety) obtained from the experimental field of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Investigations (INIFAP) in Jiutepec Mor., during spring of 2014. It was analyzed the content of dry matter (DM), crude protein (CP), ashes (CEN), ether extract (EE), crude fiber was analyzed (FC), total lipids (LIPT), total fumonisin (FUMT) and aflatoxin B₁ (AFB₁), using techniques approved by the AOAC (1990). For statistical analysis, the samples were grouped by variety (yellow and white). It was performed a T test for independent samples, using the statistical package SAS (1999). The results for the nutritional content and MS (PB, FB, EE and CEN) were very similar ($p > 0.05$) in the evaluated genotypes. For LIPT and FUMT it was found a statistically genotype significant difference ($p < 0.01$): of the 17 genotypes of corn contaminated with total fumonisins, 38%, showed average levels of 1.096 mg kg and 61% at 0.23 mg kg, 25% with 4.2 g kg aflatoxin. It is concluded that maize seed protected with pesticides presents a fumonisin and aflatoxin B₁ co-contamination, hence it is suggested to determine the risk that represents for human and animal health, due to its proven toxicity.

Key words: mycotoxins, seed, *aspergillus flavus*, *fusarium verticillioides*.

INTRODUCCIÓN

El comercio nacional e internacional demanda alimentos sanos e inocuos, por lo que se necesita información de la calidad nutricional y sanitaria de los ingredientes y alimentos que conforman la cadena productiva agropecuaria, esto debido a que se ha mostrado que 15% de los alimentos comercializados contienen alguna toxina, plaguicida o ingrediente transgénico que pueden ocasionar daño a la salud pública (Schmidt *et al.*, 2016). El maíz en México es un alimento básico para la alimentación humana y animal; de la semilla se produce grano y más de 300 productos derivados, como mieles fructosadas, harinas nixtamalizadas, tortillas, totopos, almidones y aceites para consumo humano, y alimentos balanceados para el consumo animal. La semilla es el material biológico de partida para que lograr un producto final de calidad que beneficiará tanto a los agricultores, como a la industria alimenticia (Shephard *et al.*, 2013).

La diversidad genética del maíz, como son las semillas nativas o mejoradas, se puede relacionar con el contenido de nutrientes, lo cual ha sido observado por Salinas *et al.* (2013) –en el caso de la semilla nativa azul– y por Vázquez *et al.* (2010), entre otros autores; actualmente los maíces híbridos tienen mayor contenido de proteína y de aminoácidos como lisina y metionina, además de presentar mejor adaptación a las distintas zonas agrícolas del país, principalmente en trópicos y subtrópicos. Sin embargo, la resistencia a los hongos patógenos como el *Fusarium* sólo ha sido identificada en algunos híbridos de maíz como el H-561 y el H553-C. (Schmidt *et al.*, 2016; Vázquez *et al.*, 2010; Salinas *et al.*, 2013).

Fusarium verticillioides y *Fusarium poae* son hongos microscópicos localizados con frecuencia en la microbiota del suelo agrícola, con capacidad para establecer asociaciones saprófitas con la planta del maíz, incluso por largos periodos de tiempo sin que se observen daños al cultivo, pero ocasionando –si las condiciones ecológicas lo favorecen– una infección sistémica, tal como la fusariosis, enfermedad devastadora para

el cultivo, además el hongo puede sintetizar fusariotoxinas, sustancias químicas que afectan la salud humana y animal (Bacon *et al.*, 2001).

Aspergillus flavus, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius* son hongos microscópicos saprófitos que se desarrollan con una humedad relativa entre 70 y 90%, y en un amplio rango de temperaturas, que van de 0 °C a 45 °C, por tanto son capaces de infectar la planta del maíz desde el campo, continuando durante la cosecha y el almacenamiento del grano. Estos hongos patógenos se han detectado en los suelos agrícolas de los estados del centro de México (Hidalgo, Guanajuato, Estado de México) y son capaces de sintetizar aflatoxinas (Grenier y Oswald, 2011), sustancias químicas, producto del metabolismo secundario del hongo, que se producen a partir de intermediarios simples del metabolismo primario, como el acetato, malonato y de ciertos aminoácidos, bajo condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas.

Se han identificado 20 aflatoxinas, siendo cuatro las más conocidas: aflatoxina B₁, aflatoxina B₂, aflatoxina G₁ y Aflatoxina G₂ (Rojas y Wilches, 2009). Los metabolitos AFP₁ y AFQ₁ son las formas hidroxiladas de la aflatoxina B₁, que se conjugan con sulfatos para formar ésteres, los cuales son excretados por medio de la orina y pueden servir como bio-marcadores de la exposición de las aflatoxinas en humanos (Guzmán de Peña, 2007). Estos metabolitos se han aislado de órganos como el hígado y riñón en animales expuestos a las aflatoxinas y que han sido relacionados con cáncer en humanos (Carvajal, 2013). La diversa estructura química de las aflatoxinas y su gran estabilidad térmica les confiere propiedades físico-químicas de alta peligrosidad para la salud humana y animal (Arrúa *et al.*, 2013). Por ello la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, 2002) las considera sustancias carcinogénicas que han sido relacionadas, epidemiológicamente, con cáncer hepático en poblaciones asiáticas y africanas, siendo la aflatoxina B₁ la frecuentemente involucrada (EFSA, 2016). La aflatoxina M₁ es genotóxica, mutagénica, teratogénica y carcinogénica, se le encuentra en la leche de bovinos y derivados como el queso (IARC, 2002).

Las fumonisinas totales ($FB_1 + FB_2 + FB_3 + FB_4$) fueron por primera vez identificadas en 1988, producidas por *Fusarium verticillioides* (*moniliforme*), capaces de sintetizar, al mismo tiempo, la zearalenona (ZEA), deoxinivalenol (DON), diascirpenol (DAS), entre otras (Schollenberger *et al.*, 2006; Peña *et al.*, 2015). La FB_1 , es la de mayor toxicidad, ya que se ha demostrado su efecto disruptor endócrino a una dosis de 30 ng mL. La exposición de las fisariotoxinas en animales de granja se asocia con desórdenes reproductivos, leucoencefalomacia en equinos y edema pulmonar en cerdos, y en el humano en cáncer hepático y esofágico (Albonico y Schutz, 2016; Chuma *et al.*, 2008).

La semilla de maíz para siembra es seleccionada por los agricultores por sus cualidades físicas, como tamaño, color, peso y poder germinativo, sin conocer el estado sanitario, además generalmente la semilla se almacena, y para evitar su deterioro físico se le aplican un tratamiento químico con plaguicidas, entre los que destacan: el thiodicarb, un insecticida del grupo de los carbamatos, indicado para controlar los insectos: *Anticarsia gemmatalis*, *Heliothis sp.*, *Rachiplusia nu* de los cultivos agrícolas; el captán, cuya fórmula química es N-triclorometiltiociclohex-4-en 1,2 dicarboximida, es un carbamato recomendado para combatir al hongo *Fusarium sp.*; el metalaxil-M, desarrollado por la empresa Syngenta, y que contiene dos principios activos que pertenecen al grupo químico de los fenilpirroles y fenilaminas, utilizados para proteger a la semilla del ataque de hongos; el tiabendazole utilizado para controlar hongos y un colorante o pigmento PSF 1006 (rosa), cuyo ingrediente activo es un copolímero acrílico modificado, con el fin de evitar su consumo (Bayer®, 2006).

El impacto de las micotoxinas en la salud humana se ha documentado a través del tiempo, en los años setentas se declaró una alarma debido a la muerte de más de 650 personas por el consumo de granos tratados con fungicidas, importados de Estados Unidos y México. En los ochentas se reportaron decesos de españoles por consumo de aceite importado de Francia como aceite industrial, y vendido por comercian-

tes ambulantes como aceite comestible. En mayo de 2004, 125 personas murieron y 317 presentaron disfunción renal a causa del consumo de maíz contaminado con aflatoxinas. Un incidente similar sucedió en 2010, ocasionando la salida y pérdida de 2.3 millones de grano contaminado. Recientemente en Guatemala, el consumo de maíz contaminado con fumonisinas se ha asociado con la hepatitis, carcinoma hepático en adultos y defectos en el tubo neural en niños (Torres *et al.*, 2015).

La legislación internacional establece para el maíz que será sometido a un proceso físico, previo al consumo humano directo o como ingrediente de productos alimenticios, un límite máximo de aflatoxinas totales ($AFB_1 + AFB_2 + AFG_1 + AFG_2$) de $5 \mu\text{g kg}$; el límite máximo para fumonisinas de 1 mg kg (Reglamento CE, 2006). En México, la NMX-FF-034/1-SCFI-2002 establece un límite máximo de $20 \mu\text{g kg}$ para las aflatoxinas totales.

De acuerdo con los antecedentes mencionados, la presencia de hongos micotoxigénicos y la contaminación por aflatoxinas y fumonisinas en el grano de maíz ha sido demostrada, por eso en este estudio se investigó la presencia simultánea de aflatoxinas y fumonisinas en la semilla de maíz tratada con plaguicidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Colecta de muestras

17 muestras de aproximadamente 1 kg fueron colectadas en la estación experimental del INIFAP, en el estado de Morelos, durante 2014. Genéticamente, son híbridos de 2 a 3 líneas, adaptadas al trópico y subtrópico de México. Solo una muestra es un híbrido sintético. Todas las semillas se trataron químicamente con plaguicidas contra plagas del suelo y follaje: Furadán 300 TS (insecticida), Brigadier 30TS (insecticida agrícola), Semevin 350 CA (insecticida, cuyo principio activo es el Thiodicarb), Baytroid 05 (insectici-

da agrícola piretroide), Lorsban 480 EM (insecticida organofosforado para el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*), Thiodan 35 CE, es un líquido concentrado emulsionable con endosulfán como ingrediente activo y un colorante rosa (PSF 1006); todos los agroquímicos fitosanitarios provienen de industrias que comercializan sus productos en el estado de Morelos (Cuadro 1).

El estándar de aflatoxina B₁ se adquirió de la compañía Sigma-Aldrich, EUA, y los solventes químicos como el metanol, acetonitrilo grado analítico y grado HPLC, de la compañía Merck. La solución stock de la aflatoxina B₁ se preparó a partir de una concentración de 1 mg of AFB₁, que fue colocada en un matraz volumétrico de 50 mL en una mezcla de benceno y acetonitrilo (98:2 v/v) como solución madre, de la cual se obtuvieron las soluciones de trabajo en concentraciones de 8 a 50 µg/mL.

La curva de calibración ($y=3128699.71x+218056.30$) mostró una linealidad significativa ($p<0.05$) en un intervalo de 0.10; 0.25; 0.5; y 1 µg/mL con un coeficiente de regresión de 0.99. Los límites de detección y cuantificación fueron 0.241 y 0.43 µg/Kg, respectivamente. El recobrado (exactitud) fue de 87%.

Cuadro 1. Características de las muestras colectadas

Variedad	Zona de adaptación	Marca creadora	Genética
305-49	-	-	-
AMAR CCC	Trópico y subtrópico	CINCINNATI	2-3 líneas
ARES	Trópico y subtrópico	UNISEM	2-3 líneas
EROS	Trópico y subtrópico	UNISEM	2-3 líneas
H-374-C	Subtrópico	HÍBRIDO	Híbrido trilineal
H-377	Trópico y subtrópico	INIFAP	Híbrido trilineal
H-382	Trópico y subtrópico	INIFAP	Híbrido trilineal
H-443-A	Trópico	INIFAP	Híbridos trilineales
H-515	Trópico	INIFAP	Híbridos trilineales

H-516	Trópico	INIFAP	Híbridos trilineales
NB-1	Trópico y subtropical	NOVASEM	2-3 líneas
Orion	Trópico	UNISEM	2-3 líneas
P-2844	Trópico y subtropical	PIONNER	2-3 líneas
P-3055	Trópico y subtropical	PIONNER	2-3 líneas
P-4082W	Trópico	PIONEER	2-3 líneas
TUNDRA	Trópico y subtropical	INIFAP	Bilineal
ZAPATA-3	Trópico	ACA	2-3 líneas

Análisis bromatológico

Se determinó el contenido de proteína, grasa, fibra y cenizas en 25 genotipos de semilla de maíz, tratada con plaguicidas por medio de la espectroscopia de luz cercano al infrarrojo (NIRS). En un modelo NIRS 6500 de la marca FOSS y a un rango de espectro de luz entre 1200 a 2350 nm, bajo un método de regresión lineal múltiple (Egesel y Kahrman, 2012).

Detección de fumonisinas totales

Se realizó un análisis de fumonisinas totales en 17 genotipos de maíz, utilizando la prueba inmunológica comercialmente disponible por los laboratorios Envirology, como una prueba rápida que utiliza la tecnología competitiva de flujo lateral y un lector Quicktox Scan System para la cuantificación de fumonisinas, la cual presenta como ventaja el uso reducido de solventes con un límite de detección (LOD) de 0.2 a 20 mg kg, la técnica ha sido validada por AOAC (Polakowski *et al.*, 2015). Se pesaron 5 g de la muestra, seguida de una extracción con 50 mL de la solución amortiguadora o PBS; la suspensión se mezcla en un vórtex por dos mi-

nutos y el sobrenadante se coloca en la tira inmunológica. La determinación cuantitativa se realizó con el sistema QuickScan, que determina la concentración de las fumonisinas en mg kg (ppm).

Extracción y análisis de aflatoxina B₁

Se realizó un monitoreo al azar de AFB₁ en ocho muestras de maíz seleccionadas por su mayor comercialización en el estado de Morelos. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de toxicología de la UAM-X, usando la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (CLAR), con detector de fluorescencia (DF) de acuerdo con la NOM-188-SSA1-2002. Se utilizó un equipo cromatográfico de la marca Varian modelo Polaris, bomba isocrática. Columna de C18 de un tamaño de 150 mm x 4.6 mm y de 5 micras de diámetro. Se pesaron 50 g de harina pulverizada y se mezcló con 100 mL de la solución metanol al 80%, dejando en agitación mecánica durante 30 min. El extracto fue filtrado a través de un papel filtro Waltham (No. 41), 10 mL se extrajeron y se pasó a través de una columna de silica C18 (purificación en fase sólida), de la cual se tomaron 25 μ L que se inyectaron por triplicado al cromatógrafo. La fase móvil compuesta por una mezcla de agua, metanol y acetonitrilo (60:20:20 v/v/v). El detector de fluorescencia con una longitud de excitación (l 360 nm) y de emisión (l 440 nm), con un flujo de la fase móvil de 1 mL por minuto.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos del análisis bromatológico, así como de fumonisinas y lípidos totales, en las muestras de maíz, se determinaron mediante un análisis estadístico descriptivo: media, desviación estándar, valores máximos y mínimos, además del coeficiente de variación, en una prueba T para muestras independientes con el programa estadístico SAS, 1999.

RESULTADOS

Los resultados del análisis químico proximal en 17 muestras de maíz se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis bromatológico de las 17 muestras de maíz

Identificación Maíz	Variedad	Materia Seca	Proteína	Fibra Cruda	Grasa	Cenizas
305-49	Amarillo	88.21	10.03	1.80	5.46	1.45
AmCC	Amarillo	88.46	12.02	1.71	5.10	1.51
H-382	Amarillo	88.55	9.77	1.65	5.40	1.43
H-443-A	Amarillo	88.26	10.05	1.89	5.32	1.43
Orión	Amarillo	88.43	10.97	1.61	5.49	1.44
P-2844	Amarillo	88.93	10.80	2.23	6.07	1.70
Tundra	Amarillo	88.81	12.07	1.78	5.56	1.62
Ares	Blanco	88.61	11.12	1.93	6.14	1.60
Eros	Blanco	88.44	12.30	2.43	5.14	1.76
H-374-c	Blanco	88.50	9.99	1.83	5.12	1.39
H-377	Blanco	88.64	11.07	1.51	5.71	1.48
H-515	Blanco	88.44	11.12	1.65	5.67	1.52
H-516	Blanco	88.69	10.98	2.29	5.11	1.63
NB-1	Blanco	88.38	10.09	1.62	5.92	1.45
P-3055	Blanco	88.21	8.91	1.71	5.11	1.25
P-4082	Blanco	88.50	9.93	1.61	5.42	1.37
Zapata	Blanco	88.90	9.91	2.17	4.91	1.38
Promedio		88.53	10.65	1.85	5.45	1.49
d. e.		0.22	0.93	0.27	0.36	0.13
Mín		88.21	8.91	1.51	4.91	1.25
Máx		88.93	12.30	2.43	6.14	1.76
c.v.		0.25	8.73	14.79	6.62	8.75

d. e.= desviación estándar, Mín= Valor mínimo, Máx= Valor máximo, c.v.= coeficiente de variación.

Los resultados del análisis químico proximal mostraron pequeñas diferencias de acuerdo al genotipo; el mayor coeficiente de variación se observó en fibra cruda con 14.79%, seguidos de cenizas (8.75%) y proteína cruda (8.73). Posteriormente, se analizaron las muestras con una prueba de T para muestras independientes, por medio del paquete estadístico SAS (1999), agrupando los valores por variedad de maíz, es decir, blanco y amarillo, los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del análisis bromatológico (MS, PB, Grasa, Fibra cruda, cenizas) en maíz de las variedades amarillo y blanco, colectadas en el estado de Morelos, México

	MS	PB	Grasa	Fibra cruda	Cenizas
Amarillo n=7	88.52	10.82	5.49	1.81	1.51
Blanco n=10	88.53	10.54	5.43	1.88	1.48
p	0.3415	1.0000	0.4377	0.3079	0.4378

MS= Materia seca, PB= Proteína bruta

Los datos analizados no presentaron diferencias estadísticamente significativas para el análisis bromatológico, sin embargo, para las variables de fumonisinas totales y lípidos totales, evaluadas con la misma prueba, sí se observó una diferencia estadística ($p < 0.05$), como se puede observar en el cuadro 4.

Cuadro 4. Contenido de lípidos y fumonisinas totales en maíz de las variedades amarillo y blanco, colectadas en el estado de Morelos, México

Variedad de maíz	Lípidos totales		Fumonisinias totales	
	\bar{x}	d. e	\bar{x}	d. e
Amarillo (n=7)	5.25	0.09	0.41	0.21
Blanco (n=10)	5.63	0.22	0.26	0.05
P	0.01		<0.01	

\bar{x} = Promedio, d.e. = Desviación estándar de la media, P=probabilidad, 0.05.

Del total de las muestras analizadas, 25% presentaron AFB₁, y 100% fumonisinas; 31% presentó niveles promedio de 0.56 mg kg con un rango de 0.23 mg kg a 1.20 mg kg; 22% un contenido de 0.43 mg kg y un rango de 0.56 mg kg a 1.mg kg, cabe destacar que el mayor contenido se encontró en el maíz sintético (1.29 mg kg), con aflatoxinas de 6.33 μ g kg (Cuadro 3). Los niveles de aflatoxinas totales se encuentran dentro del nivel máximo permitido por la legislación nacional para aflatoxinas que es de 20 μ g kg (NOM 188-SSA1, 2002; NOM 247-SSA1.2008), y en el límite para fumonisinas que es de 1 mg kg, en la legislación internacional (Reglamento CE, 2006).

DISCUSIÓN

La composición química de los nutrientes en los diferentes genotipos de maíz evaluados no mostró grandes variaciones, de acuerdo con la prueba T, a un nivel de significancia de $p>0.05$; de la misma manera, previamente demostrado por Salinas *et al.* (2013), en el maíz azul; se sugiere

umentar el número de muestras, sin embargo, cabe mencionar que el método del NIRS utilizado en el análisis de los nutrientes requiere de una constante validación con métodos matemáticos, como fue descrito por Egesel y Kahiman (2012), para incrementar la certeza de la prueba (r^2) debido a que se observa una mayor variación en los valores obtenidos para carbohidratos y lípidos, no así con la proteína, que arroja valores confiables (r^2 0.99).

La co-contaminación o presencia simultánea de las fumonisinas y aflatoxinas, observada en este estudio, son similares a las observaciones realizadas por Abbott (2013), Probst *et al.* (2014) y Torres *et al.* (2015) con respecto a que un hongo es capaz de producir más de una micotoxina. Esta co-contaminación puede explicarse por la variación en las especies de un mismo hongo que prevalecen en el suelo agrícola, tal como reportó Peña *et al.* (2006), en relación con la microbiota presente en el maíz recién cosechado que puede ser abundante en géneros y especies de hongos, predominando el género *Fusarium* (75%) y la especie *Verticillium*, seguida de *Alternaria* (14%), *Penicillium sp.* (4%) y *Aspergillus sp.* (5%).

En México, la concentración de fumonisinas en el grano de maíz, reportada previamente, ha sido de 64 $\mu\text{g kg}$ (Peña *et al.*, 2006), que, comparada con los niveles detectados en este estudio, son mayores actualmente (1 mg kg), lo que sugiere que la producción de micotoxinas está asociada al proceso de esporulación del hongo, y éste se encuentra estrechamente relacionado con las condiciones ambientales y la concentración de nutrientes en el medio, por tanto, la contaminación es un proceso aditivo, que se inicia en el campo y continúa durante la cosecha y el almacenamiento (Guzmán de Peña *et al.*, 1998). Asimismo, las esporas del *Fusarium verticillioides* se encuentran latentes en el endospermo de la semilla que, bajo condiciones de estrés ambiental, reanudan sus funciones vitales pese a los tratamientos químicos utilizados en la semilla durante su almacenamiento, inclusive pudiendo desarrollar una posible resistencia a fungicidas del grupo de los triazoles (Vanheule *et al.*, 2013), por ello, se sugiere determinar la concentración de las fumonisinas en

la semilla y evitar un abuso en los plaguicidas utilizados para el control químico, principalmente con insecticidas del grupo de los carbamatos y fungicidas sistémicos (Martínez *et al.*, 2013; Cavaglieri *et al.*, 2005).

La semilla de maíz contaminada puede ser el origen de una transmisión vertical de hongos, los cuales pueden permanecer de manera latente, sin mostrar daño en la planta hasta que el estrés hídrico u oxidativo en la planta favorezca la síntesis de micotoxinas, por esto, el sistema suelo-agua-planta constituye la triada más importante a considerar en el control holístico de esta problemática (Mortensen *et al.*, 2003). Además la infección del hongo y sus micotoxinas son un riesgo a la salud pública, ya que, como lo indica Torres *et al.* (2015), la exposición a más de una micotoxina por el consumidor puede ocasionar un efecto tóxico de adición y favorecer un incremento en la desarrollo de enfermedades crónico degenerativas como el cáncer.

Este hallazgo sugiere la necesidad de monitorear no sólo una micotoxina, sino varias, pues como lo indica la OMS, se debe: “minimizar los riesgos para la salud en toda la cadena alimentaria desde el productor hasta el consumidor, fomentando el uso de ingredientes inocuos”

CONCLUSIÓN

La producción de alimentos de calidad es un prerrequisito para asegurar su inocuidad y comercialización, es por ello que el análisis sanitario de la semilla de maíz es una herramienta de apoyo para los fito-mejoradores que desarrollan nuevas variedades de maíz, mejor adaptadas al clima y resistentes a plagas en el campo y durante el almacén, a fin de que ayuden a mejorar la producción de maíz, evitando la inseguridad de este importante cereal a nivel nacional.

En este estudio se mostró que la semilla de maíz tratada químicamente contiene la calidad nutricional adecuada para el consumo humano y animal, sin embargo, se encuentran contaminadas con aflatoxinas y

fumonisinias. De esta forma, se recomienda utilizar como control de plagas el método biológico. La detección cuantitativa de la contaminación por las micotoxinas fue posible con el uso de la Cromatografía líquida de alta resolución acoplada a un detector de fluorescencia, sin embargo, los ensayos inmunológicos presentan como ventaja la rapidez en su análisis y su bajo costo. Es importante destacar que las aflatoxinas y fumonisinias representan un riesgo para la salud humana y animal debido a su efecto genotóxico, asociado con el desarrollo de cáncer hepático.

AGRADECIMIENTOS

Al ayudante de investigación PMC Javier Chai, del área de investigación de Conservación y Comercialización de Productos Agropecuarios, del Departamento de Producción Agrícola y Animal, de la UAM-X, por su apoyo en la preparación de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, R., 2013, "Harvest hit by mycotoxin contamination", en *All about feed magazine* 21(10): 9-10.
- Albonico, M. y L. Schutz, 2016, "Toxicological effects of Fumonisin B1 alone and in combination with other fusariotoxins on bovine granulose cells", en *Toxicon*, 118: 47-53.
- AOAC, 1990, *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*, 15th ed. Method 930.04, 955.04, 930.05, Association of Official Analytical Chemists, EUA.
- Arrúa, A. et al., 2013, "Aflatoxins, a Real Risk", en *Reportes Científicos de la FACEN*, 4(1): 68-81.
- Bacon, W. et al., 2001, "Biological control of *Fusarium moniliforme* in maize", en *Environ Health Perspect*, 109: 325-332.

- Bayer, 2006, *Catalogo de produtos, Tecnología de tratamiento de semillas*, en [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcs_mexico.nsf/files/Product_cont/\\$file/Catalogo_TS.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcs_mexico.nsf/files/Product_cont/$file/Catalogo_TS.pdf), consultado el 21/06/2016.
- Carvajal, M., 2013, "La transformación de la afltoxina B1 de alimentos cancerígeno aducto AfB1-ADN", en *Rev. especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16(2): 109-120.
- Cavaglieri, L. et al., 2005, "In vitro influence of bacterial mixtures on *Fusarium verticillioides* growth and fumonisin B₁ production. Effect of seeds treatment on maize root colonization", en *Letters in Applied Microbiology*, 41: 390-396.
- Chuma, M. et al., 2008, "8-hidroxy-2-deoxyguanosine is a risk factor for development of hepatocellular carcinoma in patients with chronic hepatitis C virus infection", en *Journal Gastroenterology Hepatology*, 23(9): 1431-1436.
- EFSA, *Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change*, en <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/223.pdf>, consultado el 02/16.
- Egesel, Ö. y F. Kahrıman, 2012, "Determination of quality parameters in maize grain by NIR reflectance spectroscopy", en *Journal of Agricultural Sciences*, 18: 31-42.
- Grenier, B. e I. Oswald, 2011, "Mycotoxin-co-contamination of food and feed: metaanalysis of publications describing toxicological interactions", en *World Mycotoxins Journal*, 4(3): 285-313.
- Guzmán de Peña, D., 2007, "La exposición a la aflatoxina B1 en animales de laboratorio y su significado en la salud pública", en *Salud Pública México*, 49: 227-235.
- Guzmán de Peña D. et al., 1998, "Regulation of mycotoxins biosynthesis during sporulation of *Aspergilli*", en Miraglia, M. et al. (Ed), *Mycotoxin and Phycotoxins. Developments in Chemistry, Toxicology and Food Safety*, A la Ken Inc., EUA.

- IARC, Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, 2002, en *Monogr Eval Carcinog Risks Hum*, 82: 1-556.
- Martínez, H. *et al.*, 2013, "El género *Aspergillus* y sus micotoxinas en maíz en México. Problemática y perspectivas", en *Revista Mexicana de fitopatología*, 31(2): 126-146.
- Mortensen, K. *et al.*, 2003, "Determination of zearalenone and ochratoxin A in soil", en *Analytical and bioanalytical Chemistry*, 376(1): 98-101.
- NMX-FF-034/1-SCFI-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.
- NOM 188-SSA1, 2002, Norma Oficial Mexicana. Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias.
- NOM 247-SSA1, 2008, Norma Oficial Mexicana. Productos y Servicios. Cereales y sus productos, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de Prueba.
- Peña, S. *et al.*, 2015, "Estimation of mycotoxins multiple contamination in Mexican hybrid seed maize by HPLC-MS/MS", en *Agricultural Sciences*, 6: 1089-1097.
- Peña, S., 2006, "Detection of fumonisins in maize (*Zea mays* L.) by three analytical techniques (HPLC, TLC and ELISA)", en Njapau, H. *et al.* (Eds.), *Mycotoxins and Phycotoxins Advances in determination, toxicology and exposure management*, Wageningen Academic Publishers, Holanda.
- Polakowski, S. *et al.*, 2015, "Quicktox TM kit for fumonisins", en *J. AOAC International*, 98(6): 1571-1584.
- Probst, C. *et al.*, 2014, "Diversity of aflatoxin-producing fungi and their impact in food safety in sub Saharan Africa. International", en *Journal of Food Microbiology*, 174: 113-122.

- Reglamento (CE), 2006, "Contenido máximo de contaminantes en los productos alimenticios", en Reglamento CE 1881/2006 de la Comisión. Diario Oficial de la Unión Europea 20.12.2006. L364/5-L364/24.
- Rojas, O y A. Wilches, 2009, "Determinación de aflatoxinas en alimentos de mayor consumo infantil comercializados en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander", en *Rev de la Facultad de Ciencias básicas*, 7(1): 15-20.
- Salinas, Y. *et al.*, 2013, "Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca", en *Rev Fitotec.Mex*, 36(1): 23-31
- SAS Institute, 1999, The SAS system for Windows.
- Schmidt, M. *et al.*, 2016, "Impact of fungal contamination of wheat on grain quality", en *J. of Cereal Science*, 69: 95-103.
- Shephard, S. *et al.*, 2013, "Mycological analysis and multimycotoxins in maize from rural subsistence farmers in the former Transkei, South Africa", en *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 61: 8232-8240.
- Schollenberger, M. *et al.*, 2006, "Natural occurrence of 16 fusarium toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany", en *Mycopathologia*, 161(1): 43-52.
- Torres, O. *et al.*, 2015, "Human health implications from co-exposure to aflatoxins and fumonisins in maize-based foods in Latin America: Guatemala as a case study", en *World Mycotoxin Journal*, 8(2): 143-159.
- Vanheule, A. *et al.*, 2013, *Fusarium poae; chemotype, plant-pathogen interaction and response to oxidative stress triggers*, Ghent, Bélgica.
- Vázquez, M. *et al.*, 2010, "Calidad de granos y tortillas de maíces criollos del altiplano y Valle del Mezquital, México", en *Revista Fitotecnica Mexicana*, 33(SPE. 4): 49-56.

Propiedad Intelectual sobre las variedades vegetales y comercialización de semillas en México. ¿En riesgo los derechos colectivos?

Arcelia González Merino¹

Resumen. *El presente trabajo tiene como objetivo analizar los efectos tanto del sistema de propiedad intelectual (específicamente, el referido a las variedades vegetales), como de la Ley de Semillas vigente, en comparación a los derechos colectivos de pequeños productores y comunidades locales sobre sus semillas, especialmente en el caso del maíz.*

El trabajo incluye una breve explicación de la evolución de la propiedad intelectual sobre la materia viva a nivel nacional e internacional, enfatizando el papel hegemónico de empresas transnacionales, los gobiernos de los países más industrializados y los acuerdos internacionales en la materia, de los cuales México es parte.

Se analizan también los posibles efectos de la nueva Ley de Producción, Certificación y Comercialización, específicamente sobre las variedades nativas de los pequeños agricultores y comunidades indígenas productores de maíz, y los posibles efectos sociales que se tendrían si México se adscribe a UPOV '91.

Palabras clave: *Derechos de propiedad intelectual, UPOV, derechos colectivos, maíz, México.*

Abstract. *The objective of this paper focuses on the intellectual property rights on plant genetic resources impact (on vegetables varieties) in Mexico, especially on maize.*

¹ Departamento de Sociología, UAM-A, e-mail: arcel.2013@gmail.com

This paper include a short explanation of the intellectual property rights evolution on plant genetic resources at international and national level, to emphases the multinational companies and the developed countries roll and the international agreements, which Mexico is member.

The social effect of the “Ley de Producción, Certificación y Comercialización de Semillas” on native varieties of the small, local and indigenous people is too analyzed and the possible social impact if Mexico is part of UPOV '91.

key words: *intellectual property rights, UPOV, common rights, maize, Mexico.*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la biotecnología agrícola que se ha generado desde la década de los ochenta, a nivel internacional, ha sido acompañado del avance del sistema de propiedad intelectual sobre la materia viva.

En su origen, las patentes, una de las principales figuras dentro de la propiedad intelectual, eran un modo de recompensar o conceder favores y fomentar la innovación por parte de algunos reyes o gobernantes. Actualmente, dentro del avance de la biotecnología moderna, las patentes² o los derechos de obtentor,³ en lugar de fomentar la innovación y di-

² “Una patente es un derecho exclusivo concedido a una *invención*, es decir, un producto o procedimiento, que aporta, en general, una nueva forma de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Para que sea patentable, la invención debe satisfacer determinados requisitos:...

[...] debe tener *uso práctico*; debe presentar asimismo un elemento de *novedad*; es decir, alguna característica nueva que no se conozca en el *cuerpo de conocimiento existente* en su ámbito técnico. Este cuerpo de conocimiento existente se llama “estado de la técnica”. La invención debe presentar un *paso inventivo* que no podría ser *deducido* por una persona con un conocimiento medio del ámbito técnico. Finalmente, su materia debe ser aceptada como “patentable” de conformidad a derecho” (www.wipo.int/patentscope).

³ “Se entenderá por obtentor, la persona que haya creado o descubierto y puesto a punto una variedad” (www.upov.int/upovlex/es/conventions/1991/act1991.html#a1).

fundir el conocimiento, se ha convertido en un medio para concentrar la producción, y con ello, se están suscitando problemas socioeconómicos en países en desarrollo, que son de interés para estudiar.

El presente tiene como objetivo analizar los efectos tanto del sistema de propiedad intelectual sobre la materia viva, especialmente sobre las variedades vegetales en México, como los de la Ley de Semillas (con las más recientes modificaciones), en relación con los derechos colectivos de pequeños productores y comunidades locales sobre sus semillas, especialmente en el caso del maíz.

El artículo está ordenado de la siguiente manera: 1) Se parte de la perspectiva teórica centrada en los aportes de Andrew Feenberg, Ulrich Beck, y en el concepto de hegemonía, que retoman Ceceña y Barreda de Gramsci; 2) Se realiza una breve explicación de la evolución que ha tenido la biotecnología agrícola a nivel internacional; 3) Se analizan los principales aspectos en la evolución de la propiedad intelectual sobre la materia viva a nivel internacional y en México; 4) Se hace una breve historia de la industria de semillas en México y un análisis de la situación actual; 5) Se plantea el Programa MasAgro, y 6) Se lleva a cabo una evaluación de la iniciativa para la modificación a la Ley Federal de Variedades Vegetales, y la insistencia de liberar maíz transgénico en México.

Tecnología, poder y movimientos de resistencia

Analizar el tema del desarrollo de la propiedad intelectual en la biotecnología agrícola nos conduce a revisar el concepto mismo de la tecnología. Autores como Ulrich Beck han estudiado este concepto desde la perspectiva del poder, con una visión crítica, señalando cómo en las sociedades modernas el desarrollo de la ciencia y la tecnología lleva implícita una estructura de poder; esto se relaciona con las instituciones encargadas de gestionarlas, mismas que deciden el tipo y destino de la tecnología que se ha de desarrollar, cuyos objetivos de lucro y eficiencia son los que prevalecen (Beck, 2004).

La postura teórica de Andrew Feenberg, respecto a la tecnología en la sociedad moderna, parte también de una reflexión crítica, sin embargo, él incluye la posibilidad de gestionar un nuevo tipo de tecnología desde el propio escenario de la sociedad moderna.

La teoría crítica sostiene que la tecnología no es una cosa en el sentido ordinario del término, sino un procedimiento de desarrollo “ambivalente” suspendido entre diferentes posibilidades. Esta ambivalencia de la tecnología se distingue de la neutralidad por el papel atribuido a los valores sociales en el diseño, y no meramente en el uso, de los sistemas técnicos. En esta concepción, la tecnología no es un destino sino una escena de lucha. Es un campo de batalla social; o tal vez una metáfora mejor sea un “parlamento de las cosas” en el cual se enfrentan las alternativas civilizatorias (Feenberg, 2012: 38).

Esta teoría crítica de Feenberg va más allá de una postura de denuncia respecto al desarrollo de la tecnología en las sociedades modernas. Él plantea que en la propia sociedad moderna se puede re-diseñar un modelo de tecnología acorde a una sociedad más libre, es decir, en la sociedad actual el desarrollo tecnológico se encuentra funcionando bajo una estructura de poder, en donde las estrategias de grupos, como líderes empresariales y administradores estatales con base institucional, ejercen poder sobre los sujetos subalternos que, careciendo de una base para actuar de modo continuado y legítimo, se las ingenian y desarrollan resistencias micropolíticas.

En principio, pareciera que la resistencia es la única forma que se puede dar bajo el poder ejercido por los que lo sustentan, sin embargo, Feenberg señala que “en la medida en que los individuos están masivamente involucrados en sistemas técnicos, las resistencias pueden tener peso en el diseño y configuración de los sistemas y sus productos” (Feenberg, 2012: 41).

Aunque, en términos generales, el desarrollo tecnológico de la civilización moderna es incompatible con la participación democrática, a su vez, las alternativas tecnológicas que parecen posibles están

condicionadas por el fracaso de las tecnologías existentes. El fracaso de estas tecnologías, sin embargo, no debe evaluarse meramente desde la eficiencia, sino desde un concepto más amplio en donde se incluya una perspectiva ética.

El mismo autor señala que no se trata de partir de una postura nihilista, ni utópica, sino que el propio mundo moderno está presentando sus limitaciones tecnológicas, con las cuales alude a la crisis ambiental, al deterioro de los suelos, cambio climático, etc., que no expresan más que la elección limitada de los que ejercen el poder a través de estas tecnologías, que se guían bajo los criterios de eficiencia y rentabilidad ilimitada, sin retomar valores de protección ambiental, salud humana y animal.

Desde la perspectiva de Ulrich Beck, por otro lado, la mercantili- zación de la tecnología siempre se ha dado desde la postura del poder ejercido por los representantes del capital. Sin embargo, el desarrollo tecnológico que se ha desplegado desde la década de los setenta es históricamente inédito. Opciones tecnológicas, como la ingeniería genética y la nanotecnología son ejemplos que implican un cambio cualitativo histórico, revolucionando, de manera inusitada, la forma de modificar la información genética, transformando todo el sistema de producción a partir del desarrollo de la microelectrónica y la robótica. La ciencia y la tecnología se utilizan transnacionalmente, y los problemas y consecuencias de legitimación resultantes se les adjudican a los Estados particulares, haciendo caso omiso de la mayoría de las normas y condiciones del Estado nacional, orientándose a Estados no restrictivos (Beck, 2004).

El proceso de concentración de la producción y la creciente fusión de empresas ha provocado una monopolización, que conlleva a que pocas empresas decidan o tengan una significativa influencia en las normas vigentes de la sociedad económica mundial. Estos consorcios transnacionales también forman parte de redes estratégicas, ya sea con otros consorcios transnacionales o a redes donde se encuentra el propio Estado (Beck, 2004).

Desde la postura de Beck, el poder se encuentra, en gran parte, en el desarrollo tecnológico, concentrado en grandes empresas transnacionales; sin embargo, también existe una contraparte ejercida por los movimientos sociales. Algunos de éstos despliegan estrategias⁴ (en ocasiones un tanto exacerbada), exponiendo las posibilidades de riesgo de las tecnologías utilizadas, e incluso exhiben evidencia de los daños reales al ambiente, a la salud humana y animal. Beck expone el caso de los alimentos manipulados genéticamente, los cuales han tenido escasa aceptación por parte de consumidores europeos,⁵ dadas las condiciones de inseguridad.

La fuerza de los movimientos sociales ante un mundo globalizado los ha llevado a reivindicar valores, denunciar a empresas transnacionales incluso afectar significativamente sus ganancias, sin embargo, estos grupos necesitan del Estado para hacer valer sus objetivos, aún cuando sean sus propios adversarios (Beck, 2004: 326).

Ceceña y Barreda utilizan el concepto de “hegemonía”, retomado de Gramsci, mismo que es importante adoptar para analizar el papel que sustentan las grandes empresas transnacionales en el desarrollo y concentración de tecnología de punta, así como para entender el rol que el Estado tiene en el desarrollo tecnológico. Los autores señalan que el problema de la hegemonía económica debe ser analizado desde dos perspectivas: una individual (referida a las empresas) y una que alude propiamente al Estado. La hegemonía de una empresa se rige fundamentalmente por su supremacía tecnológica y expansión de su producción, sin embargo, esta posibilidad de expansión ocurre por la intermediación

⁴ Es decir, uno de los ejemplos de este tipo de estrategias: es exponer un riesgo, exagerando los posibles efectos negativos; como Greenpeace, cuando expone los efectos de la manipulación genética sobre animales, presentando un animal deformado.

⁵ Aunque Beck señala que también por parte de los estadounidenses.

económica del mercado y la social del Estado (Ceceña y Barreda, 1995). Al respecto, Ceceña sostiene que la capacidad para apropiarse de los recursos para la reproducción, presente y futura, forma parte de las condiciones de posibilidad de la hegemonía (Ceceña, 2004).

En la postura de Ceceña se encuentra también presente la explicación de una fuerza de contrapoder expresada en una larga historia de resistencias, justo en contra de la hegemonía establecida.

La postura de autores como Ulrich Beck, Andrew Feenberg y Barreda y Ceceña coinciden en presentar a la tecnología, en la realidad actual capitalista, como expresión de poder, sustentado en dos figuras: las grandes empresas transnacionales y el Estado, sobre todo el de los países centrales; aunque para Beck, el poder tecnológico se concentra más en las empresas transnacionales. La posición de estos autores también coincide en identificar a movimientos de resistencia fungiendo como fuerzas de contrapoder históricas, enfrentándose a la hegemonía desplegada por estos actores. No obstante, para Feenberg, los movimientos son más que sólo grupos de resistencia, él propone un papel activo en el re-diseño de tecnologías alternativas.

La biotecnología agrícola dentro del contexto internacional

Desde su origen, la biotecnología moderna ha sido objeto de grandes debates a nivel nacional e internacional, principalmente por los posibles riesgos que implica para la salud humana y animal, y para la diversidad biológica. El término biotecnología fue usado antes del siglo XX para actividades tradicionales en la producción de pan, vino, etc., sin embargo, el concepto moderno de biotecnología no se refiere al uso de organismos vivos, sino las técnicas para el desarrollo de productos. Después del descubrimiento del funcionamiento del ácido desoxirribonucleico (ADN) (1953) y su composición, la biotecnología comienza a despertar el interés no sólo de los científicos, sino de importantes centros de investigación y de las grandes empresas multinacionales.

“En 1973, gracias a las técnicas de recombinación *in vitro* de ADN, llamadas también de ADN recombinante, la biotecnología alcanza una nueva dimensión. Gracias a estas metodologías, es posible aislar genes específicos de un organismo y transferirlos a otro, generándose así los organismos transgénicos u organismos genéticamente modificados (OGMs)” (Academia Mexicana de Ciencias, 2016). Se pueden identificar la técnica del ADN recombinante, la técnica de anticuerpos monoclonales (Grace, 1998).

Para la década de los noventa, el desarrollo de la biotecnología moderna expresaba ya un gran auge, especialmente en el desarrollo de la biotecnología agrícola. El año de 1996 marca un parteaguas en la comercialización de cultivos transgénicos. Una vez adoptada su comercialización, la producción de éstos avanzó de manera acelerada; para 2010, ya habían sido sembrados cultivos genéticamente modificados en 140 millones de hectáreas en 29 países. Actualmente, Estados Unidos y Brasil concentran 85% del maíz genéticamente modificado, mientras Argentina concentra 92% de la soya transgénica. La India, China y Estados Unidos concentran 90% del algodón modificado genéticamente; Canadá cuenta con 85% de la canola transgénica (Barrows *et al.*, 2014). La producción de cultivos se ha concentrado en cuatro: maíz, soya, algodón y canola.

La propiedad intelectual sobre la materia viva. Del fomento a la innovación y a la monopolización de la producción

Propiedad Intelectual sobre la materia viva

A diferencia de la propiedad física, que es material, la propiedad intelectual es intangible: ideas o pensamientos. Desde la perspectiva de James Boyle, los productos de la mente contienen información, hecha de fragmentos de otra información, así que el resultado de la primera es parte de la contribución de la información de alguien más (Boyle, 2002).

Los derechos de propiedad intelectual han servido históricamente para fomentar la innovación y competitividad de las empresas. En la actualidad, bajo la perspectiva de sus partidarios, no existe otra forma más efectiva para fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías que el otorgar derechos de propiedad intelectual. Para organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la Unión Internacional para las Obtenciones Vegetales (UPOV); y nacionales, como el Instituto de la Propiedad Industrial (IMPI), y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), el conceder patentes u otorgar algún otro derecho de propiedad intelectual proporciona un indispensable estímulo para el progreso y la innovación. Se permite, con tales derechos, restringir el uso del conocimiento de los innovadores, imponiendo cargos sobre su uso.

El sistema de propiedad intelectual, sin embargo, podría cuestionarse, si partimos de la idea básica de que el conocimiento es un bien público, si dicho conocimiento tiene la cualidad específica de tener un consumo no excluyente. El compartir éste no limita al dueño del bien intangible. La patente, como una de las figuras de la propiedad intelectual, sin embargo, no sólo restringe el uso del conocimiento, sino que crea monopolios (Stiglitz, 2008).

El origen de las patentes se remonta al siglo xv, en Venecia, donde se otorgó la primera. Aunque la Edad Media ha sido considerada una etapa de estancamiento tecnológico, fue en este siglo en el que se desarrolló el primer estatuto de patentes. En marzo de 1474 se desarrolló, en la República de Venecia, dicho estatuto, con el cual se estableció el fundamento del primer sistema de patentes internacional. El sistema veneciano incluía las principales características del sistema moderno, en donde se requiere que la innovación cumpla con las características de utilidad, novedad y no obviedad (Nard y Morris, 2004).

Antes de 1930, las plantas no eran objeto de patente debido a que, al ser productos de la naturaleza, se consideraba que no podían ser descritos como las innovaciones materiales no naturales. El intercambio

de semillas era un comportamiento común entre los agricultores, y los países consideraban que debía velarse por la seguridad alimentaria. A principios de la década de los sesenta, sólo pocos países permitían la protección de la propiedad intelectual para plantas y animales.

Con la idea de compensar económicamente a los fitomejoradores por sus contribuciones a la agricultura y la horticultura, el Congreso de los Estados Unidos aprobó el Acta de Patentes de Plantas en 1930, sin embargo, esta legislación se limitaba a proteger plantas que se reproducían asexualmente (Van, 2006). Desde la perspectiva de los fitomejoradores comerciales y vendedores de semillas esta protección era insuficiente.

Después de esta acta, se planteó, a nivel internacional, la necesidad de un sistema de protección estándar en 1961. Surge así, la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Bajo UPOV, una variedad vegetal se puede proteger si cumple con los requisitos de distinción, estabilidad y novedad. UPOV ha desarrollado dos tipos de protección, UPOV '78 y UPOV '91.⁶

⁶ Bajo UPOV '78, los requisitos deben ser los siguientes: 1) cualquiera que sea el origen, artificial o natural, la variedad debe ser claramente distinguible, respecto a otra variedad de conocimiento común, por una o más características; 2) la variedad debe ser suficientemente homogénea, considerando las características particulares de su reproducción o propagación vegetativa; 3) la variedad debe ser estable respecto a sus características esenciales, después de que suceda la reproducción o propagación; 4) el periodo de protección es de 15 años y de 18 años para vinos, frutas, árboles y árboles ornamentales (UPOV, 2011; www.upov.int). Bajo UPOV '91, la variedad debe cumplir con los requisitos de novedad, uniformidad, distinción y estabilidad. Se extiende el periodo de protección a 20 y 25 años para vinos y árboles (UPOV, 2011, www.upov.int). Una de las características que, además, distingue a esta Acta de 1991, se refiere a que las variedades que protege incluyen a las esencialmente derivadas. El término esencialmente derivada se refiere a que la variedad es derivada de una variedad inicial que mantiene las características esenciales que derivan del genotipo o la generación de genotipos de la variedad inicial (UPOV, 2011, www.upov.int). UPOV '91 también incluye una disposición muy controvertible, en la que establece como opcional la decisión de cada país de permitir el derecho de los agricultores a usar la semilla protegida con fines de propagación. Es controvertible porque deja el permitir o excluir de este derecho, a juicio de cada país. UPOV '91 también permite la doble protección, es decir, se puede obtener un certificado de obtentor y una patente para la misma variedad (UPOV, 2011, www.upov.int).

En términos generales, todo el sistema UPOV está orientado a compensar y retribuir a los que hacen innovaciones en mejoramiento de plantas, en variedades vegetales; así los obtentores pueden proteger sus variedades. Este acuerdo no tiene como objetivo compensar a los agricultores y comunidades indígenas que han conservado y mejorado, de manera convencional, los recursos fitogenéticos, que han sido utilizados tanto para los productores de híbridos, como para los que hacen ingeniería genética (Zainol *et al.*, 2011). No obstante, el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos sí incluye los derechos de los agricultores. Más adelante se retomará este tema.

Posterior al otorgamiento de derechos de obtentor y patentes sobre plantas, el avance en el sistema de propiedad intelectual sobre la materia viva se ha otorgado en microorganismos y sobre material genético humano. Al respecto de este tema, cabe mencionar el caso *Diamond vs. Chakrabarty* en 1980, cuando la Suprema Corte de Estados Unidos decidió que un microorganismo, en donde ha intervenido la mano del hombre es materia patentable. Desde 1972, se había solicitado la patente por Ananda Chakrabarty; la US Patent and Trademark Office (PTO) había negado tal solicitud, explicando que los microorganismos no eran sujetos de patente, sin embargo, la innovación de Chakrabarty consistía en el desarrollo de un proceso por el cual múltiples plásmidos, capaces de incorporar diferentes componentes de los hidrocarburos, podrían ser incorporados dentro de una bacteria particular, con lo cual esta bacteria, genéticamente modificada, podía atacar mucho más rápido un derrame de petróleo que lo que haría una bacteria normal. Finalmente, se aprobó la solicitud de la patente sobre este microorganismo, convirtiéndose en un parteaguas en la evolución del sistema de propiedad intelectual a nivel mundial (Robinson y Medlock, 2005).

Lo anterior permite comprobar la evolución de este sistema de patentes, sin embargo, nos concentraremos en los recursos genéticos vegetales.

Posterior a estas disposiciones respecto a la protección de la propiedad intelectual de la materia viva, se avanzó en un convenio que incluyera sanciones comerciales para aquellos países que no cumplieran con las disposiciones establecidas en materia de propiedad intelectual.

El Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS), es el acuerdo multilateral más completo sobre propiedad intelectual a nivel internacional, que entró en vigor en 1995, estableciendo los estándares mínimos de propiedad intelectual para los países miembros. Este acuerdo fue resultado de la Ronda de Uruguay, que fuera una de las más importantes dentro de los acuerdos de libre comercio: comenzó en 1986 en Punta del Este y culminó en 1994, fecha en la cual el General Agreement Trade of Tariffs adquiere el nombre de Organización Mundial de Comercio (OMC), y más importante aún, incluyó dentro de sus disposiciones a la propiedad intelectual. Por ello, la mayoría de los países en desarrollo y los desarrollados han modificado su legislación en materia de propiedad intelectual, acorde a TRIPS (Drahos, 2003).

Al establecer dichos estándares mínimos, el acuerdo TRIPS forma parte de una estrategia efectiva para que todos los países miembros de la OMC los establezcan, lo cual significa que los países firmantes pueden adscribirse a un sistema de propiedad intelectual más amplio, pero nunca menor, y aún menos prescindir de un sistema de protección (Drahos, 2003). El hecho de que estas disposiciones estén incluidas dentro de un acuerdo de libre comercio también significa que los países miembros pueden ser penalizados con sanciones comerciales si incumplen con TRIPS (Boettiger *et al.*, 2004).⁷

⁷ Cabe señalar que el acuerdo TRIPS, en su artículo 27, también incluye a los microorganismos (www.wipo.org, consultada el 28 de enero de 2015).

Biotecnología Agrícola y Propiedad Intelectual sobre la materia viva en México

La mayoría de los países latinoamericanos cuentan con un sistema de propiedad intelectual sobre la materia viva, acorde a los lineamientos de las disposiciones internacionales de TRIPS (González, 2001).

México, a partir de 1994, y atendiendo a las disposiciones del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) y al TRIPS, modificó su Ley de Propiedad de Fomento y Protección de la Propiedad Intelectual, incluyendo disposiciones importantes en relación con la protección sobre la materia viva (Solleiro, 1996). El gobierno mexicano, a través de la Ley Federal de Variedades Vegetales, estableció las bases jurídicas para la protección, comercialización y fomento de la innovación en semillas y material vegetativo, a su vez, se adhirió a UPOV, al Acta de 1978 (Solleiro y Briseño, 2003).

El pertenecer a UPOV 78 implican atender ciertas disposiciones como: a) se incluyen a todo género y especie (aunque en el Acta de UPOV'78, se dice que el país debe realizar una lista de las variedades a proteger), b) las condiciones para proteger la variedad deben cumplir con los requisitos de novedad, denominación, distinción, homogeneidad y estabilidad, c) el plazo de protección es de 15 a 18 años, d) el alcance incluye sólo el material de propagación⁸ (producción y venta), e) excepciones para el fitomejorador y el agricultor, lo cual significa que el agricultor puede volver a usar la semilla protegida sin tener que pagar regalías. La variedad protegida debe cumplir con los criterios de novedad, homogeneidad, estabilidad, distinción y denominación.

⁸ Por material de propagación se entiende "cualquier material de reproducción sexual o asexual que pueda ser utilizado para la producción o multiplicación de una variedad vegetal, incluyendo semillas para siembra y cualquier planta entera o parte de ella de la cual sea posible obtener plantas enteras o semillas" (Cámara de Diputados, 2012:1)

Bajo UPOV '91, se incluye a todo género y especie; los requisitos de protección son novedad, denominación homogeneidad y estabilidad: el plazo de protección es de 20 a 25 años; se incluye a las variedades esencialmente derivadas, y el alcance de la protección es para todo el material de la variedad vegetal, que incluye el material de producción, el producto de la cosecha y todos los actos comerciales (Sagarpa, 2014).

Breve historia de la comercialización de semillas en México

La historia de la industria semillera en México ha pasado de un periodo en donde predominaba el apoyo y propiedad pública de las semillas mejoradas, a una situación en donde la mayoría de estas semillas está en manos de la iniciativa privada, especialmente de grandes empresas transnacionales. La investigación agrícola formal se inició con la creación del Colegio Nacional de Agricultura en 1853, y al siguiente año se estableció la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, lo cual dio inicio a la investigación y divulgación agrícola, pecuaria y forestal. Para 1943 la investigación se intensifica y se establece la Oficina de Estudios Especiales (OEE), con financiamiento de la Fundación Rockefeller y el Departamento de Campos Experimentales, que se había conformado en 1933, para después constituirse como Instituto de Investigaciones Agrícolas en 1946.

Las primeras especies de las que se hizo investigación fueron maíz y trigo. Las primeras variedades mejoradas de maíz se liberaron en 1947, y en 1948, las de trigo. Con la obtención de variedades mejoradas se tenía la esperanza de lograr importantes incrementos en la producción, lo que propició la creación de la Comisión del Maíz en 1947, cuyo objetivo era multiplicar, promover y fomentar el uso de semilla mejorada de esta especie (Luna *et al.*, 2012: 2). La Comisión del Maíz se encargaba, así, de reproducir los materiales de maíz generados por el Estado. Los productores agrícolas obtenían subsidios, ya sea en fertilizantes, maquinaria

agrícola o en algún otro rubro relacionado con la producción de semilla. El Estado, en suma, concentraba la actividad de la investigación, los estímulos, y se comprometía a establecer precios acordes a las necesidades de los productores (Aboites *et al.*, 1999).

Desde mediados de los cincuenta, surge la necesidad de establecer un control de calidad y certificación de las semillas mejoradas, por lo que se establece el Departamento de Semillas de la Dirección de Agricultura, y en 1958, el Comité para la Producción y Distribución de Semillas Mejoradas.

Para 1960, se decreta la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LPCCS), publicada en 1961 en el Diario Oficial de la Federación (Luna *et al.*, 2012). Dicha ley expresaba el carácter público de la producción, certificación y comercio de semillas, al ser el Estado el responsable del mejoramiento genético de las mismas. Bajo esta ley se establece el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y la Productora Nacional de Semillas (Pronase), con el objetivo de multiplicar y comercializar los materiales agrícolas. Se crea también el Comité Calificador de Variedades de Plantas, para evaluar y calificar las nuevas variedades, y el Registro Nacional de Variedades de Plantas encargado de su registro (Luna *et al.*, 2012; Aboites *et al.*, 1999).

La Pronase llegó a tener el monopolio en los cultivos de maíz, frijol y trigo. Los productores privados sólo podían obtener muestras de variedades vegetales de la Pronase mediante un permiso especial de la Secretaría de Agricultura, con esta medida se pretendía evitar que grupos privados se beneficiaran financieramente de las erogaciones para investigación agrícola (Hewitt, 1999). Sin embargo, grandes productores privados obtuvieron permisos de la Secretaría de Agricultura para recibir nuevo material de alto rendimiento, así como para reproducir y vender sus propias semillas. De acuerdo a Hewitt, la calidad de las semillas de la Pronase era muy baja, los costos de administración elevados y los canales de distribución poco seguros (Hewitt, 1999: 81).

Otra de las limitaciones de la Pronase es que en toda la década de los sesenta se limitaba casi exclusivamente a la producción de maíz, frijol

y trigo, además de algodón, papa, arroz y sorgo, así que se importaban semillas de oleaginosas, forrajes y hortalizas para la agricultura mexicana (Hewitt, 1999).

En 1991, acontece otro cambio importante en la reglamentación sobre la producción, certificación y comercialización de semillas, se establece la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas (Aboites *et al.*, 1999). El cambio indudablemente es trascendente, ya que ya no era el Estado el que concentraba la investigación y comercialización de semillas, sino que ahora sólo concentraba la actividad de registro de las variedades (Aboites *et al.*, 1999). Por tanto, esta ley permitió la participación de la iniciativa privada, provocando, al mismo tiempo, la cada vez menor participación de Pronase (Espinosa *et al.*, 2014).

En 1996, se aprueba La Ley de Variedades Vegetales que, como ya se señalaba, viene a regular las disposiciones en materia de propiedad intelectual sobre las variedades vegetales en México, acorde a las disposiciones de UPOV, Acta 1978. Es decir, se trata de una legislación que tiene como propósito la regulación en materia de protección sobre las innovaciones que se realicen en variedades vegetales. En su artículo primero se establece que “tiene por objeto fijar las bases y procedimientos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales” (Cámara de Diputados, 2012: 1). Es de suma importancia distinguir al obtentor de agricultor, pues cuando se emitió esta ley, el llamado que hacía el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) era para que todo aquel innovador en variedades vegetales acudiera al SNICS y solicitara su Derecho de Obtentor (DOV); sin embargo, la variedad que presentara el obtentor debería incluir las características de novedad, denominación, distinción, estabilidad y homogeneidad, por lo que no cualquier agricultor puede obtener el DOV. Con esto, se pretende enfatizar que esta Ley de Variedades Vegetales estuvo hecha, en gran parte, para los grandes fitomejoradores, en la cual la mayoría de los medianos y pequeños agricultores no están incluidos.

En la historia de la industria semillera en México, como hemos visto, poco a poco se ha ido involucrando la iniciativa privada, especialmente las empresas transnacionales y grandes asociaciones de productores. Desde la década de los cuarenta, Cargill incursionó en la producción de semilla de algodón. En 1968, se crea la Asociación Mexicana de Semilleros, A. C., integrada por 25 empresas, de las cuales, 5 se dedicaban a la producción de maíz (Aboites *et al.*, 1999).

Ya para la década de los noventa, sólo 4 grandes empresas generaban alrededor de 70% de la semilla mejorada en México: Pronase, Asgrow, Pioneer y Dekalb, es decir, sólo una empresa de carácter público, y las tres restantes de la iniciativa privada, además de que Pronase ya presentaba menores rendimientos que el resto de las empresas privadas. De estas cuatro, Asgrow y Pioneer destacaban ya como las principales empresas productoras de maíz híbrido (Aboites *et al.*, 1999). Cabe señalar que en 1994, se funda Seminis, la cual adquiere Asgrow Seed Company. En 2005, Seminis se convierte en subsidiaria exclusiva de Monsanto (www.seminis.com).

Desde 1950, Monsanto se estableció en México para producir polímeros de estireno, y para 1960 abre su división agrícola, enfocada en el diseño de productos y procesos de manufactura. En 1976, comienza a comercializar el herbicida Roundup, que se convierte en el más vendido del mundo. Este herbicida fue llamado FAENA en México y distribuido por la empresa BAYER. Para 1981, se establece la biotecnología como el foco de investigación estratégica de Monsanto, y desde entonces comenzó su giro en el desarrollo de productos genéticamente modificados. En 1996 (quince años después), se le autoriza el uso de la biotecnología Bollgard en algodón (resistencia al ataque de plagas), para su consumo y siembra. Ya en 2000, Monsanto estaba dedicada 100% al sector agrícola, compuesta por tres secciones: herbicidas, semillas y biotecnología (www.monsanto.com.mx).

Respecto a la producción de maíz híbrido, Monsanto y Pioneer concentran 95% de la producción (Luna *et al.*, 2012).

La Ley de 2007 y el derecho de intercambiar semillas

En 2007, la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas sufre una modificación muy importante: en su artículo 2 señala que “La aplicación de esta ley corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Agricultura, Gandería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y tiene por objeto regular:

- I La producción de semillas certificadas
- II La calificación de semillas
- III La comercialización y puesta en circulación de semillas (www.snics.sagarpa.gob.mx)

La modificación trascendente que cabe aquí enfatizar es que esta ley regula ahora la comercialización y puesta en circulación de todas las semillas; es decir, la ley emitida en 1961, no regulaba a todas las semillas, sino sólo a las consideradas mejoradas y comercializadas, es decir, las nativas o criollas no se sujetaban a dicha ley. Por tanto, con estas modificaciones, ahora quedarían incluidas. En su artículo 33 se señala que “para que *cualquier semilla* de origen nacional o extranjero pueda ser comercializada o *puesta en circulación*⁹ deberá llevar en el envase una etiqueta a la vista que incluya el nombre del cultivo; género y especie vegetal; identificación de la categoría de semilla...”(www.snics.sagarpa.gob.mx); es decir que, al especificar que *cualquier semilla* que quiera no sólo comercializarse, sino *ponerse en circulación*, debe estar sujeta a los estatutos de esta ley, implicando con ello que la práctica milenaria de intercambio de semillas, que han realizado comunidades locales e indígenas queda ahora condicionada a que instituciones como Sagarpa, a través del SNICS, certifique, califique y apruebe, no sólo la comercialización, sino

⁹ Las cursivas son mías.

la mera puesta en circulación que venían realizando estas comunidades como una de sus prácticas históricas.

Esta Ley cambia también el concepto de semilla, en lugar de usar el de semilla certificada –como en 1961–, ahora se usa el de semilla calificada. El criterio de calidad lo da Sagarpa y están sujetas todas las semillas que se comercialicen o sean puestas en circulación (Perelmuter, 2009: 138)

En términos generales, por ejemplo, el comercio del maíz y la puesta en circulación de esta semilla puede tener riesgos a la propia diversidad biológica, pues el maíz es una de las especies con mayor diversidad (Agricultural Research Service, 2010). Esta riqueza biológica ha posibilitado la utilización de este grano en un sinnúmero de producciones: alimento humano y animal, biocombustibles, plásticos y medicamentos, etcétera. (González y Ávila, 2014).

En México, el maíz tiene la peculiaridad de poder cultivarse en diversos suelos y condiciones climáticas. De acuerdo con Sagarpa, en 2012, una de cada tres hectáreas cultivadas en el país fue de maíz, 91% de la producción fue de maíz blanco (Sagarpa, 2014, citado en Castañeda *et al.*, 2014).

Cabe señalar que es la riqueza biológica del maíz nativo, la base de la alimentación y uno de los que puede hacer frente al cambio climático. Desde la perspectiva de expertos ecólogos, como Álvarez Buylla, “las variedades nativas son la base de más de 75% de la producción mexicana de maíz para consumo humano”, también sostiene que “la única manera de mantener la diversidad de maíz nativo es fomentando su manejo realmente comunitario, sin crear registros [...] que limiten o prohíban el libre intercambio de las semillas campesinas” (Álvarez Buylla *et al.*, 2011: 14).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) también ha destacado la importancia del maíz nativo, al respecto señala que la enorme diversidad que se encuentra en nuestro país se debe a la selección y manejo de los agricultores, así como a aspectos naturales como la heterogeneidad ambiental. También enfatiza que

dentro de las más de 50 razas de maíces nativos, se agrupan en 7 complejos raciales: el Chapalote, el Cónico, los Dentados Tropicales, Ocho Hileras, Sierra de Chihuahua, Tropicales Precoces y los No Asociados a un Complejo Racial¹⁰ (www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Mapa_I_Maices_CONABIO_2011_bajax.pdf).

Las ventajas del maíz nativo tienen que ver con su adaptabilidad a las tierras de baja calidad agrícola; su utilidad para la producción de un sinnúmero de platillos tradicionales mexicanos; su diversidad biológica, determinante para enfrentar el cambio climático (Turrent *et al.*, 2013).

Es ampliamente conocido que México es centro de origen¹¹ y diversidad del maíz, lo cual implica que aquí fue que por primera vez donde se domesticó este grano, hace aproximadamente 8700 años, específicamente en la cuenca del Balsas (www.conabio.gob.mx). La enorme diversidad de maíces existente, la multiplicidad de platillos (más de 600 formas

¹⁰ Dentro del Chapalote se encuentran: el chapalote, edulcillo del noroeste, elotero de Sinaloa, reventador; dentro del Cónico: el arrocillo amarillo, cacahuacintle, chalqueño, cónico, cónico norteño, dulce, elotes cónicos, mushito, palomero de chihuahua, palomero toluqueño; dentro de Dentados tropicales se encuentran: el celaya, nal-tel de altura, pepitilla, tepecintle, tuxpeño, tuxpeño norteño, vandeño, zapalote grande; dentro de Ocho hileras: el ancho, blando, bofo, bolita, elotes occidentales, harinoso de ocho, jala, onaveño, tablilla de ocho, tabloncillo, tabloncillo perla, zamorano amarillo; dentro de la Sierra Chihuahua el apachito, azul, complejo serrano de Jalisco, cristalino de Chihuahua, gordo; dentro de los Tropicales Precoces: el conejo, tel nal-tel, ratón, zapalote chico; dentro de los Tropicales Tardíos: el comiteco, coscomatepec, dzit bacal, motozinteco, olotillo, olotón, tehua; dentro de los No Asociados a un Complejo Racial: el chiquito, choapaneco, cubano amarillo, mixeño, mountain yellow, mushito de Michoacán, negrito, negro de Chimaltenango, palomero de Jalisco, quicheño, serrano, serrano mixe, uruapeño, (www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Mapa_I_Maices_CONABIO_2011_bajax.pdf).

¹¹ La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) ha definido a los centros de origen como aquella zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal o silvestre (www.conabio.gob.mx)

de consumirlo) y la utilización “integral” del cultivo (hojas, mazorcas y granos), hacen específica la cultura del maíz en nuestro país (www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Mapa_I_Maices_CONA-BIO_2011_bajax.pdf). La enorme diversidad biológica indiscutiblemente ha tenido que ver con la estructura de libre intercambio de semillas que ha caracterizado a nuestro territorio (Turrent *et al.*, 2013).

La Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas vigente atenta contra los derechos colectivos de pequeños productores y comunidades locales e indígenas, al establecer como criterio obligatorio cumplir con una serie de requisitos, como el registro de sus semillas y la evaluación de ellas para su autorización para “ponerse en circulación”. Dicha Ley debiera excluir a las semillas nativas que representan el intercambio cultural milenario entre agricultores y comunidades locales e indígenas, y que han contribuido a enriquecer la diversidad biológica.

México ha firmado el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, en el cual se reconocen los derechos del agricultor. En su artículo 9 se establece que:

Las partes contratantes reconocen la enorme contribución que han aportado, y siguen aportando las comunidades locales e indígenas y los agricultores de todas las regiones del mundo, en particular los de los centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, a la conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos que constituyen la base alimentaria y agrícola del mundo entero” (www.fao.org).

También señala que “nada de lo que se señala en este artículo se interpretará en el sentido de limitar cualquier derecho que tengan los agricultores a conservar, utilizar, intercambiar y vender cualquier material de siembra o propagación” (www.fao.org). Sin embargo, esta misma ley sí limita este intercambio al condicionarla a requisitos de “calidad”, por ejemplo.

El Programa MasAgro

En el año 2010, se dio un impulso a los productores nacionales de semilla mediante MasAgro. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y la Sagarpa son las instituciones que lideran este programa, cuyo objetivo general es fortalecer la seguridad alimentaria a través de la investigación y el desarrollo, la generación de capacidades y la transferencia de tecnología al campo; su objetivo específico es aumentar, de manera sostenible, la productividad de maíz y trigo en las zonas de temporal durante un periodo de 10 años, de 2010 a 2020. Dentro del programa también se contempla el apoyo para la producción de semillas nativas (www.masagro.mx).

Cabe enfatizar que como parte de una de sus propuestas –dentro de la Estrategia Internacional para aumentar el Rendimiento del Maíz–, se pretende desarrollar y distribuir semillas y variedades e híbridos *NO TRANSGÉNICOS* para pequeños productores, con el objetivo de ayudar a los agricultores a seleccionar y sembrar más variedades de maíz, específicamente adaptadas a sus terrenos.

De acuerdo con el Informe de MasAgro, publicado en 2012, diez gobiernos estatales se han comprometido con la estrategia de MasAgro: Puebla, Sinaloa, Estado de México, Tlaxcala, Jalisco, Querétaro, Sonora, Morelos, Hidalgo y Guerrero. Dentro de algunos de los resultados que presenta MasAgro se encuentran: a) el inicio del programa de distribución de semilla con la entrega de 525 kg de semilla precomercial de 10 híbridos diferentes (seis para Valles Altos y cuatro para trópico), y de una variedad tropical a ocho compañías; b) se activó una red colaborativa de evaluación e intercambio de germoplasma para Valles Altos, subtrópico y trópico, en la que participan instituciones de investigación pública y compañías semilleras del sector privado; c) se activó la red nacional de semilleros MasAgro con la participación inicial de 35 empresas mexicanas (www.masagro.mx).

Para 2014, Sagarpa anunció la ampliación de su plataforma de investigación y redes de innovación en el campo mexicano, señalando que ha dotado al programa de 50 plataformas de investigación y 233 módulos demostrativos, distribuidos en redes de innovación en las 10 regiones del país, ya anunciadas desde el 2012 (sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Boletines/Paginas/2015B059).

No obstante todo lo anterior, en todo el programa y en los resultados de su avance –a seis años de su implementación– no queda clara la inclusión de un programa de apoyo para la producción y conservación de las variedades nativas. El programa MasAgro, más bien, está concentrado en el fomento a la mejora en semillas híbridas y en incrementar su rendimiento.

Sobre la iniciativa para la modificación a la Ley Federal de Variedades Vegetales

En 2012, se planteó en el Senado una modificación a la Ley de Variedades Vegetales, misma que consistía en adoptar el Acta de UPOV '91, pues ya mencionamos que podemos adoptar un sistema de propiedad intelectual sobre la materia viva superior, pero no inferior, lo cual alude a abarcar más criterios de protección al sistema adoptado. De manera que es posible adscribirnos a UPOV '91, aunque actualmente estemos inscritos a UPOV '78. La razón es que al estar adscritos a UPOV '78 se posibilita que: a) el agricultor pueda usar la semilla protegida nuevamente sin tener que pagar regalías, mientras que en el UPOV '91 lo deja al criterio de cada gobierno; b) el periodo de protección es de 15 y 18 años, en UPOV '78 y en UPOV '91 es de 20 a 25 años; c) el material protegido no sólo es el material de propagación, sino para todo el material de la variedad vegetal que incluye el material de producción, el producto de la cosecha, y todos los actos comerciales (Sagarpa, 2014).

La iniciativa finalmente no prosperó. Representantes de la sociedad civil, organizaciones de campesinos, ambientalistas y académicos manifestaron los riesgos que implicaba esta modificación para los derechos de los pequeños productores, comunidades locales e indígenas (Espinosa *et al.*, 2014: 302-303).

No obstante, la posibilidad de que esta iniciativa se vuelva a presentar sigue latente. En agosto de 2014, en Nuevo Vallarta Nayarit, la directora del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Enriqueta Molina, presentó las ventajas de adscribirse a UPOV '91, enfatizando que con este sistema de protección se promueve el acceso a nuevas variedades vegetales para obtener mejor productividad y rentabilidad en beneficio de la población rural y de la sociedad (Sagarpa, 2014).

Cabe señalar también que en el caso del maíz, la iniciativa de liberar maíz transgénico prosperó en 2009, cuando inició la etapa de experimentación de maíz genéticamente modificado, otorgando 67 permisos para siembra de este cultivo, en los estados de Tamaulipas, Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango y Coahuila (*El Universal*, 2012). Este cultivo del maíz genéticamente modificado pertenece a la empresa Monsanto. Posteriormente, en 2013, la acción colectiva de 53 científicos, intelectuales, agricultores, activistas, artistas, entre otras personalidades, promovió la suspensión y comercialización de maíz transgénico, emitida por el Juzgado Federal Duodécimo de Distrito en Materia Civil del Distrito Federal, esto aconteció en octubre de 2013 (*Proceso*, 2013).

Asimismo, en noviembre de 2014, en el marco de la convocatoria Bioseguridad CibioGem¹² (2011), del Fondo para el fomento y apoyo a la investigación científica y tecnológica en bioseguridad y biotecnología

¹² CibioGem es una institución gubernamental encargada de evaluar los posibles riesgos de los organismos genéticamente modificados a la salud humana y animal y al ambiente.

(Fibio), un grupo de investigadoras e investigadores de la UAM y UNAM entregaron los resultados de investigación sobre los impactos económicos, sociales y culturales de la posible introducción de maíz genéticamente modificado en México. Dentro de estos resultados se enfatizó que, de acuerdo al estudio realizado (el cual incluyó los estados de Jalisco, Sinaloa, Tlaxcala y Puebla), los productores entrevistados manifestaron, en términos generales, tener un relativo control sobre las plagas, enfatizando que sus problemas son de comercialización, sequía y cambio climático, por lo que las posibles ventajas de contar con maíz transgénico (resistente a plagas y tolerante a herbicidas) no están claras. En el estudio también se destaca la importancia cultural que tiene el maíz nativo, sobre todo en los estados de Puebla y Tlaxcala.¹³

No obstante, la intención de liberar maíz transgénico sigue siendo posible dados todos los intereses económicos que implica su comercialización, quedando fuera de consideración la importancia cultural del cultivo.

Organizaciones no Gubernamentales (ONGS), como Greenpeace en México, han tenido un papel trascendente al oponerse, desde 1999 aproximadamente, a la liberación de maíz transgénico. El papel de una ONG como ésta, expresa ese movimiento de resistencia, del cual trataban Feenberg, Ceceña y Barreda al referirse a los movimientos que resisten con sus luchas y sus manifestaciones al desarrollo de tecnologías que sólo expresan intereses como los de las grandes empresas transnacionales y el Estado (González, 2006).

¹³ El Informe fue presentado ante Cibiogem. Los Responsables de dicho proyecto son la Dra. Michelle Chauvet y la Dra. Elena Lazos. Los investigadores participantes son la Dra. Yolanda Castañeda, Dra. Arcelia González, Dra. Yolanda Massieu, Dr. Lucio Noriego y Mtro. Francisco Ávila.

Respecto al desarrollo de la propiedad intelectual, (ONG) Etcgroup y Grain también han denunciado, en foros nacionales e internacionales, cómo la propiedad intelectual sobre variedades vegetales no reconocen las innovaciones “informales” de comunidades locales e indígenas, que vienen haciendo durante años con fitomejoramiento convencional. En Colombia, Guatemala y África, por citar algunos ejemplos, han sucedido protestas públicas en contra del sistema de propiedad intelectual de cada región. En Gana, hasta 1914, se había desarrollado una campaña para evitar que este país se adhiriera a UPOV '91 (Grain, www.grain.org/es/article/entries/5086-los-acuerdos-comerciales-criminaliza?print=true).

Conclusiones

El desarrollo de la propiedad intelectual sobre la materia viva, especialmente el referido a las variedades vegetales, vigente en México, ha estado influenciado por el desarrollo de punta que lideran los países más industrializados como Estados Unidos, y por empresas transnacionales líderes en biotecnología moderna. Coincido con autores como Beck y Feenberg en que mucho del desarrollo tecnológico actual expresa relaciones de poder, es el caso de la biotecnología moderna.

Al haber aceptado un acuerdo de libre comercio como el TLCAN, que incluye disposiciones en materia de propiedad intelectual, nos ha llevado a aceptar el criterio de protección sobre la materia viva. Fue así que adoptamos estar adscritos a UPOV '78.

Aún cuando muchas organizaciones no gubernamentales han planteado su propuesta radical de “no a la propiedad intelectual sobre la materia viva”, es difícil, por toda la trayectoria recorrida y por los acuerdos firmados, proponer una negativa radical a la protección sobre la materia viva en variedades vegetales, como es el caso que analizamos aquí.

Sin embargo, el que actualmente estemos adscritos a UPOV '78 nos da relativa ventaja respecto a UPOV '91. Desde la perspectiva de este estudio, el que adoptemos los criterios de UPOV '91 pone en riesgo el derecho de los agricultores a volver a usar la semilla protegida en su siguiente siembra, sin tener que pagar regalías, además de que aumenta el tiempo de protección de 15 y 18 a 20 y 25 años, hecho que expresa, por la extensión del periodo, una mayor monopolización por parte de las empresas que tienen la innovación.

Respecto a la nueva Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, también pone en riesgo los derechos colectivos de los pequeños productores, comunidades locales e indígenas sobre el libre intercambio de semillas nativas que, histórica y culturalmente, han venido realizando por miles de años, ya que ahora están obligados a registrarlas y pasar por una serie de requisitos para poder “ponerse en circulación”.

Las semillas nativas, especialmente del maíz, tienen gran importancia porque son la base de la alimentación de los mexicanos, de la diversidad biológica del propio grano y pueden ser una fuerte herramienta para enfrentar los efectos del cambio climático.

El programa MasAgro, iniciativa del gobierno que se puso en marcha en 2010, con la finalidad de aumentar los rendimientos de maíz y trigo, en beneficio de pequeños y medianos productores, se ha enfocado en la producción de maíz híbrido, dejando de lado el fomento a la producción y conservación de maíz nativo.

Es de suma importancia que se fomenten verdaderos programas de apoyo a la producción y conservación *in situ*¹⁴ de semillas nativas, especialmente de maíz.

Seguir siendo parte de UPOV '78, y excluir a las semillas nativas de ser registradas, permitiendo el libre cambio de éstas para conservar

¹⁴ En el propio hábitar natural y no sólo ex situ

los derechos colectivos de las comunidades locales e indígenas que ayuda también a la conservación de la diversidad biológica, es una tarea pendiente y necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, G. *et al.*, 1999, "El negocio de la producción de semillas mejoradas y su rol en el proceso de privatización de la agricultura mexicana", en *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, 5(16).
- Academia Mexicana de Ciencias, www.conacyt.mx/cibiosem/images/cibiosem/comunicacion/publicaciones/Por_un_uso_responsable_OGMs.pdf, consultado el 27/05/2016.
- Agricultural Research Service, 2010, *Corn. Boosting Quality, Productivity and Safety*, U.S. Department of Agriculture, EEUU.
- Álvarez, B. *et al.*, 2011, *Haciendo Milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina*, Universidad Nacional Autónoma de México, Fundación de Semillas A. C., México.
- Barracloug, E., agosto de 2013, "Repercusiones del caso Myriad para la biotecnología", en *Revista Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*, en www.wipo.int, consultado el 3/02/2015.
- Barrows G. *et al.*, 2014, "Agricultural Biotechnology: The Promise and Prospects of Genetically Modified Crops", en *Journal of Economics Perspectives*, 28(1): 99-120.
- Beck, U., 2004, *Poder y Contrapoder en la Era Global. La Nueva Economía Política Mundial*, Paidós, Estado y Sociedad 124, Barcelona, España.
- Boettiger, S. *et al.*, 2004, "Intellectual Property Rights for Plant Biotechnology: International Aspects", en Christou P. y H. Klee, *Handbook of Plant Biotechnology*, Chichester.
- Borges, D. y K. Grau, 2010, *Exclusiones de la materia patentable y excepciones y limitaciones a los derechos de los titulares de patentes. Biotecnología*, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

- Boyle, J., 2002, *Fencing off ideas: enclosure & the disappearance of the public domain*, Deadalus, 131, 2, Academy Research Library, Spring
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 9 de abril 2012, Ley de Variedades Vegetales, Diario Oficial de la Federación (DOF) [25 de octubre de 1996], México.
- Castañeda, Y. et al., sept.-dic. 2014, "Industria de Maíz en Jalisco. Actores sociales en conflicto", en *Revista Sociológica*, 29(83): 241-279.
- Ceceña, A., 2004, "Estrategias de construcción de una hegemonía sin límites", en Ceceña, A. (comp.), *Hegemonías y emancipaciones en el siglo XXI*, Colección Grupos de Trabajo, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Buenos Aires, Argentina.
- Ceceña, A. y A. Barreda (coords.), 1995, *Producción Estratégica y Hegemonía Mundial, Siglo XXI*, México.
- Drahos, P., 2003, *Expanding Intellectual Property Empire: The Rol of FTAs, Regulatory Institutions Network*, Research Schools of Social Sciences, Australian National Academy, Australia.
- Espinosa, A. et al., 2014, "Ley de Semillas y Ley federal de variedades vegetales y transgénicos de maíz en México", en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(2): 293-308.
- Feenberg, A., 2012, *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Editorial Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.
- Galushko, V., 2012, "Do stronger intellectual property rights promote seed exchange: evidence from U.S. seed exports?", en *Agricultural Economics*, 43 supplement: 59-71.
- González, A., 2001, *Propiedad Intelectual y Diversidad Biológica. Hacia una política de protección y uso sustentable de los recursos genéticos en América Latina*, tesis de maestría, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, México.
- González, A. y F. Ávila, 2014, "El Maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo", en *Revista Argumentos*, 27(75): 28.

- Grace, E., 1998, *La biotecnología al desnudo. Promesas y realidades*, Anagrama, Barcelona.
- Luna, B. et al., 2012, "Perspectivas de desarrollo de la industria de maíz en México", en *Fitotecnía*, 35(1): 1-7.
- Naciones Unidas (1992), "Convenio de la Diversidad Biológica", en www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml.
- Nard, C. y P. Andrew, 2004, Constitutionalizing Patents: From Venice to Philadelphia, Case Research Paper Series in Legal Studies, working paper 04-12, August, Social Science Research Network Electronic Paper Collection, Case Western Reserve University School of Law, EEUU, en <http://ssrn.com/abstract=585661>.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual 2014, Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los fines de procedimiento en materia de patentes, en www.wipo.int/treaties/es/registration.
- Perelmuter, T., 2009, "De bienes comunes a mercancías. Un análisis de las modificaciones a las leyes de semillas en Argentina y México a partir de la inserción de la biotecnología en el agro", en *Revista Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, vol. 7. núm. 15.
- Robinson, D. y Nina Medlock, 2005, "Diamond and Chakrabarty: a Retrospective on 25 Years of Biotech Patents", en *Intellectual Property and Technology Law Journal*, vol. 17, núm. 10.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2014, "Programa de Fomento Agrícola. Componente: Programa de Incentivos para Productores de Maíz y Frijol (Pi-maf)", Sagarpa, en www.sagarpa.gob.mx, consultado el 03/2014.
- Secretaría del Convenio de la 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 al Convenio de Diversidad Biológica", Texto y Anexo, Naciones Unidas, Montreal, Quebec, Canadá.

- Sekar, S. y D. Kandavel, mayo 2002, "Patenting Microorganism: Towards Creating a Policy Framework", en *Journal of Intellectual Property Rights*, 7: 211-22.
- Soberón, J., 2005, "Comentarios sobre la legislación de México en relación con el acceso a los recursos genéticos", en *Biota Neotrópica*, 5(1), en <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?point-of-view+BN00205012005>.
- Solleiro, J., 1996, "Propiedad Intelectual, ¿Promotor de la innovación o barrera de entrada?", en Solleiro J. *et al.*, (coord.), *Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano*, tomo II, Instituto de Investigaciones Económicas, Programa Universitario de Alimentos, Centro para la Innovación Tecnológica, Editorial Cambio XXI, México.
- Solleiro, J. y A. Briseño, 2003, "Propiedad Intelectual II: el caso de la biotecnología en México", en *Interciencia*, 28(2): 90-94.
- Stiglitz, J., 2008, "Economic Foundations of Intellectual Property Rights", en *Duke Law Journal*, vol. 57: 1693.
- Turrent, A. *et al.*, 2013, *El maíz transgénico en México (en 15 píldoras)*, Prooax, A.C, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), Oaxaca, Jardín Etnobotánico de Oaxaca.
- Walia, G., 2013, "Biodiversity: Planning for Sustainable Development", Ontario International Development Agency (OIDA), en *International Journal of Sustainable Development*, 06: 09.
- Zainol, Z. *et al.*, 2011, "Biopiracy and states' sovereignty over their biological resources", en *African Journal of Biotechnology*, 10(58): 12395-12408.

Consultas en internet

www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Mapa_I_Maices_CO-NABIO_2011_bajax.pdf

www.conabio.gob.mx
www.fao.org www.grain.org/es/article/entries/5086-los-acuerdos-comerciales-criminaliza?print=true,
www.masagro.mx
www.seminis.com
www.snics.sagarpa.gob.mx
www.upov.org
www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Boletines/Paginas/2015B059
www.upov.int/upovlex/es/conventions/1991/act1991.html#a1

Consulta hemerográfica

El Universal, 3 de septiembre de 2012.

Proceso, 10 de octubre de 2013.

La guía ISO 26.000 y su importancia en la protección de la biodiversidad en Argentina

Clara María Minaverry¹, Teresa Gally² y Francisco Pantuso³

***Resumen.** El objetivo del presente trabajo es analizar el aporte especial que podría realizarse desde la aplicación de normas voluntarias, en este caso de acuerdo con la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, específicamente en la protección de la biodiversidad en Argentina. A la vez, nos proponemos detectar aspectos que podrían considerarse de gran relevancia, en tanto que esta norma voluntaria podría complementar algunas “lagunas jurídicas”. Desde el punto de vista metodológico, se utilizó el método de observación directa y el analítico, y los datos cualitativos recogidos fueron secundarios. El principal aporte de este trabajo puede traducirse en la voluntad de fomentar la continua formación de la ciudadanía, en general, sobre cuestiones vinculadas con la sustentabilidad y la protección del ambiente y de la biodiversidad. Se abordó un enfoque interdisciplinario, ya que se realizó un análisis de tres importantes herramientas: la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, los instrumentos internacionales y las normas jurídicas ambientales locales cuya finalidad es la protección de la biodiversidad y del ambiente.*

¹ Depto. de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), Instituto de Investigaciones Jurídicas y Sociales Ambrosio Lucas Gioja, Facultad de Derecho, Universidad de Buenos Aires, e-mail: cminaverry@derecho.uba.ar.

² Depto. de Tecnología, Universidad Nacional de Luján, e-mail: teresagally@hotmail.com

³ Depto. de Tecnología, Universidad Nacional de Luján, e-mail: pantuso@mail.unlu.edu.ar

Palabras clave: *normas voluntarias, responsabilidad social, biodiversidad, derecho internacional y ambiental.*

Abstract. *The purpose of this paper is to analyze the especial contribution made by voluntary regulations application, since Social Responsibility guidelines appearance, in connection with biodiversity protection in Argentina. At the same time, we aim to state relevant issues in the way that this voluntary regulation might collaborate to complement these "legal lagoons". From a methodological point of view, we used the direct observation and analytical methods, and the qualitative data collected was secondary. We can conclude that the main contribution of this paper might be to promote the continuous education of citizenship about sustainability, the environmental and biodiversity protection. We used an interdisciplinary approach as we analyzed three important tools: social responsibility guidelines ISO 26.000, international instruments and local environmental law regulations, which aim to protect biodiversity and the whole environment.*

Key Words: *voluntary regulations; social responsibility, biodiversity, international and environmental law.*

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

A su vez, el mismo instrumento internacional definió al ecosistema como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

La biodiversidad se define en tres niveles interrelacionados:

- Diversidad genética (dentro de cada especie).
- Diversidad específica (entre especies).
- Diversidad de ecosistemas.

La guía ISO 26.000 fue publicada en el mes de noviembre de 2010, cubriendo en su totalidad a los tres ámbitos en los que se concentra el “Desarrollo Sostenible” (social, económico y ambiental).

La Responsabilidad Social implica el compromiso continuo de una organización de comportarse de manera ética, y de colaborar con el desarrollo económico de la comunidad. Asimismo intenta asegurar que la organización cumpla con los valores autoimpuestos (que deben ser expuestos públicamente en la organización), para que los mismos puedan ser aplicados a todos los actores sociales (Minaverry y Gally, 2013).

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es analizar el aporte especial que podría realizarse desde la aplicación de las normas voluntarias, en este caso de acuerdo con la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, en cuanto a la protección de la biodiversidad en Argentina.

Además, nos proponemos detectar aspectos que podrían considerarse de relevancia, ya que esta guía voluntaria podría complementar algunas “lagunas jurídicas”, sin olvidar que existen instrumentos internacionales que podrían sumarse a esta tríada constituida por: la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, las normas jurídicas pertenecientes al Derecho Ambiental argentino y el aporte del Derecho Internacional Ambiental.

METODOLOGÍA

Se utilizó el método de observación documental directo y el analítico, porque los datos cualitativos recogidos fueron secundarios y se dividió en las siguientes fases:

a) Exploratoria:

Se recopiló una selección de normativa obligatoria nacional e instrumentos internacionales de carácter vinculante y no vinculante, en relación con la temática de la protección de la biodiversidad y de la responsabilidad social en Argentina, además de la guía ISO 26.000 (de carácter voluntario).

Para este fin se utilizaron los siguientes buscadores jurídicos: Microjuris e Infoleg, y con respecto a la norma voluntaria se utilizó la fuente de ISO (Organización Internacional de Normalización).

b) Descriptiva:

La información recogida en la etapa anterior fue clasificada y categorizada, a fin de facilitar su análisis en una etapa posterior.

c) Analítica:

Por último, el análisis recogido en la fase exploratoria fue considerado para enriquecer el marco teórico y las conclusiones del presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biodiversidad y su protección jurídica:

En Argentina, en la Ley Nacional N° 24.375 se transcribe textualmente el Convenio sobre Diversidad Biológica del 5 de junio de 1992, firmado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (“Cumbre de la Tierra”), que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993, y que fuera ratificado por Argentina en el ámbito internacional; contiene los siguientes tres objetivos:

- La conservación de la diversidad biológica.
- La utilización sostenible de sus componentes.
- La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Además, se propone arribar a ellos a través de lograr:

- Un acceso adecuado a esos recursos,
- una transferencia de las tecnologías, y
- una financiación apropiada.

Otro de los aspectos novedosos incorporados aquí, es el incentivo para la creación de programas de educación ambiental y de conciencia pública, lo cual va de la mano con el acceso a la información.

Esto también se encuentra vinculado con principios pertenecientes al ámbito del Derecho Internacional, en cuanto a lograr la cooperación científica y técnica entre los distintos países del mundo, respecto de quienes deben proteger su biodiversidad. Esto se traduce, en parte, a través del suministro de recursos financieros, más allá de los aportes formativos que pudieran otorgarse entre países.

Todo lo anterior, se encuentra limitado por un principio básico indiscutible que aparece mencionado en esta normativa obligatoria: se refiere a que los Estados tienen el derecho soberano de explotar los recursos propios de acuerdo con su propia política ambiental, y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción, o bajo su control, no perjudiquen al medio en otros Estados o a zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

El hecho de otorgarle a cada país el derecho de decidir sobre sus recursos naturales, y no poder ser “invadidos” por otros también implica tener la obligación de identificar los componentes de la diversidad biológica que son importantes para su conservación y utilización sostenible. Este carácter soberano sobre los recursos genéticos se empezó a establecer en 1992, a partir de la firma y ratificación del *Convenio de Diversidad Biológica*.

El 29 de octubre de 2010, después de años de negociaciones, los Estados se reunieron en Nagoya, Japón, para elaborar el *Protocolo de Nagoya, sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que deriven de su utilización al Convenio sobre Diversidad Biológica*. Este documento proporciona mayor certeza y transparencia, tanto a los proveedores como a los usuarios de los recursos genéticos. El 15 de noviembre de 2011, Argentina se convirtió en el 67º signatario del Protocolo de Nagoya (SCDB, 2011). La intención de dicho protocolo fue la de otorgarle mayor impulso al tercer objetivo de este Convenio (que se encontraba pendiente para su implementación).

En tal sentido, en su texto se estableció que cada Parte Contratante del convenio, y de su protocolo, deberá adoptar las medidas legislativas, administrativas o políticas para lograr el objetivo mencionado. Se hace expresa mención a los beneficios que deriven de la utilización de recursos genéticos que están en posesión de comunidades indígenas y locales, para poder protegerlos especialmente por su alto valor. También se hace referencia a que todas las Partes deberán contribuir a la conservación y utilización sostenible de los componentes que surjan de los mencionados recursos.

Todo lo anterior, implicó para Argentina únicamente el dictado de dos normas nacionales que capturaron la totalidad del texto del *Convenio sobre la Diversidad Biológica* de 1992 (Ley N° 24.375, 1994), y del *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 sobre la Diversidad Biológica* de 2010 (Ley N° 27.246, 2015). A lo largo de los últimos años, se han presentado varios proyectos de leyes que finalmente no fueron aprobados por el Congreso de la Nación.

Actualmente, en Argentina las categorías jurídicas de conservación de la biodiversidad⁴ pueden clasificarse de la siguiente manera (Pantuso, 2013):

- **Conservación *in situ*:** Se refiere al mantenimiento de la biodiversidad en áreas protegidas, o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica. Para Dudley, las áreas protegidas son esenciales para la conservación de la biodiversidad y es la piedra angular de prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales de conservación; las clasifica en:

Áreas Silvestres: son áreas no modificadas de gran tamaño, sin asentamientos humanos y que conservan su condición natural.

Parque Nacional: grandes zonas, establecidas para proteger procesos ecológicos a gran escala, junto con el complemento de especies y ecosistemas característicos del área.

Áreas de gestión de hábitats: el objetivo de las áreas es la protección de hábitats o especies concretas.

⁴ En Argentina existen diversas normas jurídicas obligatorias que hacen referencia a esta clasificación, una de las más importantes es la ley N° 22.351 de Parques Nacionales (1980).

Paisajes terrestres o marítimos protegidos: son áreas protegidas en las que la interacción entre los seres humanos y la naturaleza ha producido un sitio de carácter distintivo con valores ecológicos, biológicos, culturales y estéticos significativos.

Áreas protegidas con uso sostenible de los recursos naturales: conservan ecosistemas y hábitats, junto con los valores culturales y los sistemas tradiciones de gestión de recursos naturales asociados a ellos.

Fincas o huertos caseros: son espacios reducidos ubicados en los centros de diversidad biológica, los cuales poseen una amplia variabilidad de plantas.

- *Conservación ex situ.* Es la preservación de los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural, definida como complementaria de la conservación *in situ*. Podemos dividirla en:

Jardines botánicos: existen unos 2500 jardines botánicos de importancia a nivel mundial, donde se mantienen colecciones que muchas veces son muy pequeñas.

Bancos de germoplasma: son depósitos de genes representados por colecciones artificiales de una o más especies, en general mantenidas como semillas, siendo éstas el método más eficiente para la conservación de grandes cantidades de material genético. Existen dos tipos de bancos de germoplasma: los bancos activos, que guardan las *semillas* a corto plazo (10 años), con baja humedad y temperatura (5% humedad y 5°C), y los bancos base, que guardan semillas a largo plazo, con la misma humedad, pero a -18°C de temperatura. Además de las colecciones de semillas se pueden conservar *colecciones in vitro*, se aplica a cultivos que se propagan vegetativamente. La unidad de conservación son los explantes vegetativos, es decir, un fragmento de una planta que posee células con toti-

potencialidad que hace posible el desarrollo de una planta a partir del explanto conservado. Finalmente, la crioconservación es la conservación de tejidos vivos a muy baja temperatura -196°C , y se utiliza fundamentalmente para la conservación de polen.

El aporte de la guía ISO 26.000:

El punto 6.5.6 es el único en toda la guía que hace referencia a la temática del presente trabajo, al referirse, en su asunto 4, “a la protección del medio ambiente, de la biodiversidad y a la restauración de los hábitats naturales”.

Principalmente, destacamos en su texto que:

Una organización puede llegar a ser más socialmente responsable actuando para proteger el medio ambiente y restaurar hábitats naturales y diversas funciones y “servicios que proporcionan los ecosistemas” (tales como alimentos y agua, regulación del clima, formación de suelo y oportunidades de recreación).

El aspecto fundamental y novedoso que incorpora esta normativa voluntaria, en relación con la legislación obligatoria del Derecho Ambiental argentino vigente, es considerar a la figura de los “servicios ecosistémicos” como una categoría autónoma, además de realizar una descripción de varios ejemplos de los mismos.

Los servicios ecosistémicos han sido definidos en la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, de la Organización de Naciones Unidas de 2005: como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, pudiendo ser económicos, de provisión, de regulación, o culturales. Los pagos por esta clase de servicios incluyen pagos públicos, transacciones voluntarias, transacciones orientadas por el cumplimiento, y pagos combinados (FAO, 2014).

Del examen normativo argentino, se deriva que la figura de los servicios ecosistémicos no ha sido regulada a nivel nacional, salvo por la ley N° 26.331 (de protección de los bosques nativos), dictada en 2007, y por algunas normas jurídicas provinciales. La primera norma, en su artículo 1, se plantea como objetivo principal el enriquecimiento, la restauración, la conservación, el aprovechamiento y el manejo sostenible de los “servicios ambientales” que brindan los bosques (ley N° 26.331 sobre presupuestos mínimos ambientales para protección de los bosques nativos, 2007).

Posteriormente, en sus artículos 30 y 31, se establece la creación del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, con el objeto de compensar a las jurisdicciones que conservan los mismos, por los servicios ambientales que éstos brindan.

A nivel provincial, existe una ley que regula localmente a los servicios ambientales, pero se aplica únicamente en el ámbito de la Provincia de Misiones. En ésta, los servicios ambientales fueron definidos como los beneficios tangibles e intangibles, generados por ecosistemas del bosque nativo o de plantaciones forestales establecidas y todo otro mecanismo de desarrollo limpio, necesarios para la protección y el mejoramiento del medio ambiente, supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para mejorar y asegurar la calidad de vida de los habitantes de la Provincia (Ley N° XVI N° 103 sobre los pagos por servicios ambientales que generen bosques nativos o plantaciones forestales).

Los principales servicios ambientales descritos en ella son:

- a) La regulación hídrica para uso urbano, rural o hidroeléctrico.
- b) La conservación de la biodiversidad.
- c) La conservación del suelo y de calidad del agua.
- d) La fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de emisiones de gases con efecto invernadero.
- e) La contribución a la diversificación y belleza del paisaje para fines turísticos y científicos.

- f) La defensa de la identidad cultural; y
- g) Los demás que, al efecto, determine la reglamentación.

La guía ISO destaca algunos aspectos que son muy relevantes a fin de mejorar la protección de la biodiversidad, y que podrían servir como lineamientos generales para la elaboración de la normativa obligatoria. Los mismos incluyen las siguientes cuestiones:

- a) Valoración y protección de la biodiversidad.
- b) Valoración, protección y restauración de los servicios de los ecosistemas.
- c) Uso de la tierra y de los recursos naturales de manera sostenible.
- d) Fomento de un desarrollo urbano y rural ambientalmente sólido.

A continuación, en la misma guía se hace referencia a una serie de actividades que deberían realizarse para alcanzar estos objetivos, pero únicamente repararemos en el siguiente:

- Participar en mecanismos de mercado para internalizar el costo de sus impactos ambientales, y crear valor económico en la protección de los servicios de los ecosistemas.

Esta estrategia se vincula directamente con la dificultad para establecer una valoración económica de los servicios ecosistémicos o ambientales (lo cual es muy difícil de determinar de forma equitativa) (Minaverry, 2013), ya mencionados.

Uno de los objetivos fundamentales de los servicios ambientales es evitar la deforestación, a través de un incentivo a fin de que se logren proteger los recursos naturales. Todo esto, se encuentra ligado indeliblemente a la disminución de la pobreza, ya que se resguardan los medios de vida de las comunidades.

A su vez, esta norma sin duda podría colaborar en la lucha contra la *biopiratería*, que implica el acceso, uso y/o aprovechamiento ilegal, irregular y/o inequitativo de los recursos biológicos y sus derivados, así como los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas asociados a ellos, en especial, mediante el uso de la propiedad intelectual.

CONCLUSIÓN

El principal aporte de este trabajo puede traducirse en la voluntad de fomentar la formación continua de la ciudadanía, en general, sobre cuestiones vinculadas con la sustentabilidad, la protección del ambiente y de la biodiversidad.

En él se abordó un enfoque interdisciplinario, ya que se realizó un análisis de tres importantes herramientas: la guía de Responsabilidad Social ISO 26.000, los instrumentos internacionales y las normas jurídicas ambientales argentinas tendientes a la protección de la biodiversidad y del ambiente.

A su vez, consideramos que la tendencia actual de educar, dentro del concepto de desarrollo sustentable, servirá como aporte para aplicar en el desarrollo de las actividades productivas implementadas por los diferentes actores sociales.

Sin perjuicio del innegable progreso que significa contar con estas normas ya descritas, el grado de implementación de la legislación ambiental en Argentina es en general bajo. Se requiere todavía de un mayor grado de institucionalización y organización de estructuras públicas que puedan hacer frente a las problemáticas que presentan las cuestiones ambientales.

No es frecuente visualizar una decisión política sobre el pago de estos servicios, por ende, su valoración económica (que no considera los aspectos sociales) es altamente subjetiva, y resulta difícil determinarla sin ningún requisito legal subyacente.

Es importante establecer que todos los principios que se han incorporado a esta guía voluntaria tienen su origen en diversos instrumentos internacionales vinculados con el ámbito ambiental, los cuales han marcado una trayectoria relevante, y cuyos conceptos han sido adecuadamente incluidos en la guía ISO 26.000.

Consideramos que en relación a la temática analizada en el presente, el punto 3.4 de la normativa voluntaria mencionada (que hace referencia al Estado y a la responsabilidad social), se debe implementar de manera indiscutida, antes de poder avanzar en el dictado y/o aplicación de cualquier norma jurídica vinculada con la protección de la biodiversidad y del ambiente en general.

En ella se establece que:

Esta norma internacional no proporciona una orientación sobre qué es lo que debería someterse a regulación jurídica obligatoria, tampoco pretende abordar cuestiones que sólo pueden resolverse apropiadamente a través de las instituciones públicas.

Del análisis de los textos jurídicos vigentes y de la misma guía ISO 26.000, pudimos detectar claramente cómo esta última adopta diversos principios y aspectos incluidos en las leyes ambientales obligatorias que han sido dictadas con anterioridad.

Finalmente, al haberse detectado una laguna jurídica en el ámbito de la normativa nacional argentina, en cuanto a los tópicos tratados por el *Convenio para la Diversidad Biológica* y por el *Protocolo de Nagoya*, la guía voluntaria ISO 26.000 podría servir como complemento para cubrir esa omisión.

BIBLIOGRAFÍA

- Boletín Oficial de la República Argentina, 1994, Ley N° 24.375: Aprobación de Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Boletín Oficial de la República Argentina, 2007, Ley nacional N° 26.331: sobre presupuestos mínimos para la protección de los bosques nativos.
- Boletín Oficial de la República Argentina, 2009, Decreto N° 91/2009: Reglamento de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos para la Protección de los Bosques Nativos N° 26.331.
- Boletín Oficial de la Provincia de Misiones, Argentina, 2010, Ley de Misiones de Servicios Ambientales N° XVI N° 103: sobre los pagos por servicios ambientales que generen bosques nativos o plantaciones forestales, en http://www.diputadosmisiones.gov.ar/digesto_juridico/documentos/908.pdf, consultado el 31/05/2016.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992, Organización de Naciones Unidas, Río de Janeiro, en www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml.
- Dudley, N., 2008, *Guidelines for Applying Protected Area management Categories*, IUCN, Gland, Suiza.
- FAO, 2014, 22° período de sesiones del Comité Forestal, Roma, Italia, 23-27 de junio de 2014, en <http://www.fao.org/3/a-mk166s.pdf>, consultado el 30/05/2016.
- International Standard Organization, 2010, *Guidance on Social Responsibility ISO 26.000*.
- Minaverry, C. y T. Gally, 2013, "La protección legal del agua potable en Argentina y su inclusión en la agenda internacional", en *Libro de ponencias del XI Congreso Nacional de Ciencia Política*, Sociedad Argentina de Análisis Político y Universidad Nacional de Entre Ríos, Paraná.
- Minaverry, C. y T. Gally, 2013, La norma voluntaria SA 8000 y la guía ISO 26.000 sobre responsabilidad social y su importancia ante la debilidad del Derecho, en *Revista Ars Boni et Aequi*, 9 (2).

- Organización de Naciones Unidas, 2010, *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 sobre la Diversidad Biológica*, 2010.
- Pantuso, F., 2013, *Conservación de los recursos fitogenéticos*, 1a ed., Fundación CICCUS, Buenos Aires.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB), 2011, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Quando el Tequila fue para todos, en el mercado norteamericano

Ana Guadalupe Valenzuela Zapata¹

INTRODUCCIÓN

La mezcla de marketing es un conocimiento básico que se aprende en mercadotecnia, los buenos estrategias de comercio saben sobre las 4 P's, y es gracias a su nemotécnica que los términos: producto, plaza, promoción y precio son bien retenidos. Las cuatro P's han sido bien utilizadas por los norteamericanos para vender tequila, el producto se ha diversificado; el concepto de plaza ha sido bien manejado con una distribución de conveniencia; son la promoción y el precio excelentes ejemplos del poder del uso de los medios, y del efecto del Tratado de Libre Comercio NAFTA-Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN). El tequila y su mezcla de "marketing" son un ejemplo de cómo deben tomarse en cuenta todas las capacidades de compra de los diferentes segmentos de consumidores, para vender tequilas de margaritas "regular", hasta las margaritas "premium"; así como también los tequilas de personajes, desde los "rock star", como tequila Cabo Wabo con Sammy Hagar-Van Haley y Casa Noble con Santana; incluso actores como George Clooney con el Tequila Casa Amigos.

¹ Doctora en Ciencias Biológicas, experta en Denominaciones de Origen, Presidenta de Signo Tequila A. C., e-mail: ana.valenzuela@gmail.com

El tequila, entonces, se parece más a la identidad Norteamericana que a la Mexicana, en este tiempo y en este intento de hacer al “commodity” accesible a todos los norteamericanos. Según los análisis de ventas de tequila, los norteamericanos han sabido aprovechar los acuerdos de comercio como el TLCAN, y con ello obtener tequila en abundancia sin pagar los pesados impuestos que el mismo producto tiene en México. Además, han sabido promover y comunicar lo que significa el tequila, o mas bien los tequilas, sus tipos, categorías y su versatilidad como ingrediente de cocteles, recetas de cocina, hasta el estilo mas cercano de los whiskys con los añejos. La bibliografía sobre el tema es rica en inglés, existe una gran cantidad de libros escritos por viajeros. Los periodistas, acompañados a veces por excelentes fotógrafos, han sabido capturar las imágenes de las tradiciones mexicanas del tequila.

Después de treinta años de investigación biológica y agronómica en agaves, tequila y mezcal (Valenzuela, 1985), es de llamar la atención lo que acontece con el tequila y el mezcal en EUA y México, ahora que parece que el tequila tiene más relación con los norteamericanos, y el mezcal con los mexicanos.

En este ensayo presentaré el libro de Chantal Martineau *How the Gringos Stole Tequila. The Modern Age of Mexico's Most Traditional Spirit*,² como prueba de lo mencionado sobre la identidad del tequila y el mezcal, desde una perspectiva de la sustentabilidad de ambas actividades agroindustriales y artesanales.

Más adelante intentaré responder a la siguiente cuestión: ¿por qué el libro de una periodista norteamericana aborda aspectos sobre sustentabilidad, identidad cultural y hasta de activismo?, ¿por qué rompe

² *Cómo los gringos robaron el Tequila. La era moderna del destilado más tradicional de Mexico*, 304 páginas de la Chicago Review Press

la fórmula del periodista “gringo” de viajes y gastronomía? En los tres apartados siguientes se abordará la masificación de la producción del tequila, las características especiales del libro en cuestión, y la sustentabilidad y el activismo en favor de la biodiversidad ligada al mezcal, a la vez que formulo comentarios sobre el libro. Cierro este ensayo con una breve sección de notas a manera de conclusión.

¿La “commoditización” del tequila o la masificación de la tradición?

Sin ser oficial, el 24 de julio se ha denominado, en Estados Unidos de América, como el “Tequila day”, celebración promovida por los comerciantes, algo similar al objetivo de la fiesta del 5 de mayo, lo que ocasiona una gran confusión sobre el día de la Independencia de México, el 15 de septiembre. ¿O tal vez México ya no es independiente? En mercadotecnia, tanto el 5 de mayo como el 24 de julio sirven para aumentar las ventas de bebidas espirituosas en primavera-verano, aunque el consumo de cervezas también es significativo en esa época. Por ejemplo, en 2014, el tequila y las espirituosas norteamericanas y británicas fueron las bebidas alcohólicas más vendidas en EUA, siendo el quinto año consecutivo de aumento en ventas. Los whiskeys norteamericanos y británicos ocupan los primeros lugares y el tequila el tercero. El Consejo de bebidas espirituosas de EUA, en su análisis de tequila (precios, volúmenes, valor y categorías), concluyó, en su reporte de febrero de 2016, que el crecimiento anual entre 2002 y 2015 había sido de 5.7%, debido a la accesibilidad de esta bebida para los norteamericanos y gracias a sus diferentes precios. Es decir, que el tequila cubre un amplio espectro de segmentos de consumidores y capacidades de compra. Es importante mencionar que sus gráficas muestran además que el ingreso por la venta de tequilas, o la rentabilidad, no crece en la misma medida en que su volumen lo ha hecho desde el 2009, sino por el contrario se reduce, desde luego esta

tendencia no es para las categorías de tequila de mayor precio. Por otra parte, México, como socio comercial, ocupó el tercer lugar como proveedor de EUA en el 2015, pero el tequila no figura entre los productos más importantes del intercambio. En otras palabras, una gran cantidad de tequila se va a EUA, el mercado más importante de exportaciones de tequila con una rentabilidad reducida.

Sería interesante saber ¿quiénes están bebiendo tequila en EUA? ¿Es la diáspora mexicana la que más consume tequila, o bien, son otro tipo de consumidores? Aproximadamente existen 35.4 millones de personas que nacieron en México, o que han reportado ancestros de este origen, según datos del U.S. Census Bureau del 2010-14. En México, el consumo de tequila se ha estancado entre el 2012-14, según declaraciones del presidente de la Cámara Nacional del Tequila (CNT), Eduardo Orendain Giovannini, argumentando la excesiva carga fiscal que afecta el precio. Hasta ahora no hay datos publicados sobre la relación entre consumo de tequila y sus categorías, y los consumidores y su nacionalidad en EUA; tal vez existan análisis de los consumidores que indiquen una estimación sobre el consumo que hacen los inmigrantes Mexicanos y nativos norteamericanos en reportes de venta que no son de libre acceso.

El tequila en México no es para todos los segmentos de mercado, un fenómeno inverso al que ocurre en EUA, esto es lo que están mostrando las ventas del tequila en México. La información de los segmentos, consumo y perfil de los consumidores mexicanos y norteamericanos es un asunto dinámico que requiere ser actualizado, así como sus identidades y preferencias.

Sin duda, a más de veinte años del TLCAN (2014), la masificación del tequila se muestra en los reportes de la industria y sus verificadores, pues según datos del 2014: a) se certificaron 160 empresas por el Consejo Regulador del Tequila (CRT), b) se exportaron 172 millones de litros que generaron, c) mil millones de dólares en ventas (CRT y la Cámara Nacional de la Industria Tequilera, CNIT). De diez litros de tequila producidos, siete se exportan, 79% del tequila exportado va a EUA, unos 132.4 millones de

litros en 2014, y menos de 20% va a Europa, principalmente a España, Alemania, Francia, Rusia y Reino Unido.

Las autoridades de regulación del CRT (2015) han dado cuenta de un inventario de tequila de 290 millones de litros (disponibles en bodegas), y 300 millones de plantas de agave azul de diversas edades en los campos de Jalisco. Esta industria genera 60 mil empleos directos, 30 mil familias viven de esta cadena productiva, y 17 mil 500 son agricultores con 100 mil hectáreas de agave en 181 municipios de cinco estados del país, según datos de ProMéxico. Lo anterior expone la importancia del sector tequilero, de su mercado y de su actividad primaria en las sociedades rurales del occidente de México. En paralelo, crece la demanda de agave azul para la industria de inulina (agavina) y de jarabes. Los inventarios de plantaciones de agave azul, y su dinámica en cosechas y precios son asuntos poco esclarecidos, aun cuando el CRT maneja el registro de plantaciones con la Denominación de Origen Tequila (DOT). La opacidad del sector juega un papel importante en lo incierto del precio del agave azul, que generalmente deja en desventaja a los productores primarios y, sin duda, afecta negativamente la sustentabilidad. El tequila se masifica y se exporta, el sector primario y sus conflictos de precio con los industriales parecen persistir.

Los periodistas y el marketing del tequila

Gracias a los periodistas norteamericanos se ha favorecido la promoción de la bebida, su paisaje inscrito en la UNESCO, el turismo y la gastronomía. Los periodistas norteamericanos son los que más se han preocupado por escribir recetas, maneras de tomar tequila, además de sus viajes y anécdotas, listas de destilerías, descripciones de los tequilas que “encuentran” de mejor calidad, etc. También hay quienes han escrito sobre la contaminación por vinazas en el paisaje de la UNESCO, que contrastan con los libros de colección que van acompañados de imágenes, iconos e historias que enorgullecen la cultura mexicana, sus instituciones y sus

propuestas de legitimación. Pocos son los libros escritos en inglés por periodistas norteamericanos y mexicanos que indagan, investigan y analizan la producción de agave y tequila, y desde luego los impactos sobre la calidad de la bebida y su “commoditización” o “genericidio”, aun cuando los comentarios abundan en las redes sociales. Evidentemente, hay libros pagados por las marcas que desean tener publicidad. Lo más importante de estos productos editoriales, desde un punto de vista histórico, son los discursos sobre la calidad y los productores de la época, las modas y tendencias, así como las recetas populares. Sin embargo, el libro de Chantal Martineau³ sí explora los temas que tanto investigadores de EUA como de México han abordado sobre la cultura y sustentabilidad del tequila, lo cual es ya un antecedente remarcable. Los consumidores preocupados y los “bon vivants” probablemente comprarán este libro para unas vacaciones de viaje en México. Es interesante que un libro accesible a este perfil de lectores, explique un momento histórico en México sobre la revalorización de la riqueza biocultural del mezcal y de la importancia del tequila. La autora menciona el tequila en el título del libro, pero nos presenta además los mezcales artesanales y los discute para llamar la atención de los conocedores de espirituosas. Es, curiosamente, la “modernización” tecnológica de los últimos veinte años, durante la expansión tequilera del TLCAN, en la cual se han acabado las prácticas tradicionales, una tendencia iniciada desde la mitad del siglo xx.

La autora menciona en el título las palabras tradición y “gringo” -esta última generalmente peyorativa para los norteamericanos-, lo cual llama la atención y despierta la curiosidad desde la primera mirada. Se antoja un ejercicio de discusión y polémica sobre el título, pero además nos deja ver las emociones de parte de ambos lados de la frontera. El libro utiliza frases y emociones al estilo de los periodistas de viajes, y exhibe

³ Martineau ha publicado en periódicos norteamericanos, principalmente sobre viajes, alimentos, vinos y cocina.

el lenguaje y las expresiones de los personajes y sus voces: jornaleros, productores, industriales, representantes de organismos empresariales, verificadores, dueños de marca, promotores, publicistas, creadores de bares y cocteles (mixólogos) e investigadores... hasta la autora de este ensayo.

Si bien, su libro se clasifica, en la cuarta de forros, bajo la categoría de comida (FOOD), y por tanto, el lector esperaría recetas, la autora se preocupa por recuperar las referencias de investigación publicadas en inglés de la "filière" tequilera. Las voces de los entrevistados sirven para exponer la problemática del tequila y el mezcal, a la vez que narra los detalles de su viaje por México. La obra está basada en la entrevista, y menos en una revisión exhaustiva de publicaciones, por tanto, están ausentes los libros de mezcal y Tequila de Mexicanos escritos en español. No obstante, el libro resulta interesante para mexicanos, ya que logra allegarse de referencias de investigaciones recientes, además de que consigue salirse del discurso oficial sobre la calidad, la legitimidad institucional y sus instituciones de verificación.

Chantal Martineau se decidió a informar, de una manera concisa, no solamente del tequila, sino también de sus ancestros: los mezcales y el pulque. De la decena de libros en inglés, escritos por periodistas, el de Martineau sale del patrón, pues además se permite presentar en la portada un "Jimador" (cosechador de agave azul), con su habitual manera de vestir, contrariamente a la publicidad folclórica que presenta a este personaje en traje de "tradición", con un ropaje blanco "inmaculado", de indio. La costumbre de vestir a los jornaleros "jimadores" con vestimenta semejante a la del indio Tizoc (película Mexicana) ha sido una manera de "uniformar" la tradición y su pureza (¿indígena-mestiza?), ahora inexistente. Lo mismo sucede con el tequila artesanal, la tradición del conocimiento tequilero... ya no existe. El tequila es un commodity, vestido de tradición, y que ha sido promovido desde los productos editoriales sobre el tequila en México y EUA, lo cual no sucede en el libro aquí citado. En conclusión una imagen, una tradición perdida.

Continuando con el libro, se presentan fotos que señalan la presencia de Martineau en trabajo de campo, en un México rural de los miles de desaparecidos, donde logró acercarse y entrevistar a decenas de personas, en un periodo entre 2013 y 2014. Una época que, por demás, era problemática por la inseguridad para los turistas norteamericanos anunciada desde su país, además de que había activismo en contra de la Norma Obligatoria Mexicana (NOM) 070, llevada a cabo por los defensores del mezcal. La imposición de la NOM 070, era casi inminente. En ésta se pretendía el uso del termino Agave solamente para los productores que se encontraban inscritos en las Denominaciones de Origen Mexicanas del Tequila (DOT), el Mezcal (DOM) y del Bacanora (DOB). En el capítulo diez, la autora, dando muestra de su labor periodística, elige no pasarlo por alto, ni censurarse, y dar cuenta del activismo sobre el asunto del agave. En 2016, la propuesta de una nueva NOM, la 199, pretende denominar como "komil" a los destilados o mezcales de productores fuera de cualquiera de las tres DO (Tequila, Mezcal, Bacanora), quienes además tendrían prohibido usar la palabra agave para identificar la materia prima de estos destilados.

Tras lo comentado, me pregunto si será gracias a la obra de Martineau que los lectores interesados en el tequila y en el mezcal en EUA, contarán con un antecedente sobre los conflictos de la filière y la postura del Estado mexicano, si ¿el lector norteamericano, interesado en saber "sobre lo que come y bebe", estará impactado al darse cuenta del valor del patrimonio biocultural de los mezcales y la erosión genética en el agave azul?, ¿acaso los gringos se sumarán al activismo y nos ayudarán a salvar el mezcal? o ¿será que la identidad del "superhéroe" saldrá a combatir en favor de los mezcales y su biodiversidad?

El imaginario y el activismo

Miles de litros de tequila atraviesan la frontera hacia EUA, además de otros productos, servicios e incluso seres humanos con imaginarios y hábitos de consumo. La migración sin duda ha abierto las oportunidades de negocio en la gastronomía: los platillos mexicanos están bien “instalados” en las costumbres norteamericanas.

La obra de la investigadora Marie-Sarita Gaytán (2014) es una referencia obligada cuando hablamos del tequila como parte del imaginario, y desde luego es citada por Martineau. Dado que aún quedan por investigar las actualizaciones referentes a los imaginarios sobre el mezcal y el tequila, la pregunta aun prevalece, ¿cuáles imaginarios son asociados al tequila y al mezcal, por las sociedades norteamericanas y mexicanas durante los últimos años de intenso activismo por los derechos humanos de los migrantes? Al respecto, nuevas líneas de investigación se abren para tratar la interacción entre México y EUA, las bebidas de agave nos permiten conocer estas relaciones y sus conflictos, e incluso podemos vislumbrar el futuro de las Denominaciones de Origen en México, como signos ligados a los intereses comerciales de las grandes firmas tequileras.

El alcohol, además de formar parte de las interacciones sociales de entretenimiento contiene otros significados; según Duhart (2005), quien ha analizado los imaginarios de Jerez, entre ingleses y españoles, hace una invitación para que antropólogos mexicanos aborden la temática desde una perspectiva Mexicana, podrían intentar responder ¿qué evoca el tequila y qué el mezcal para los mexicanos, y cuál sería su mercado más importante bajo el punto de vista de los mexicanos?, quizás también podría retomarse el punto de vista mexicano para intentar averiguar, cómo es que el imaginario norteamericano se relaciona más al tequila y no al cognac, scotch ni bourbon. Definitivamente hay líneas de investigación que han sido estudiadas, desde la perspectiva norteamericana, y que aún falta abordarlas con una visión mexicana, faltaría tratar de investigar en torno a ¿por qué hay un día del Tequila en EUA y por qué

no en México? ¿serán las investigaciones norteamericanas en donde se encuentra su ingenio de “marketing”, para incluso robarse el tequila, según Martineau, y que han logrado una extensa promoción y redes de comercio, de información y de marcas?

En la actualidad, constatamos que las fuentes de información digital más extensas sobre el tequila están en inglés, así como las notas periodísticas de inversiones, ventas y asociaciones entre grandes marcas, e incluso sus conflictos. La promoción y la “educación” del consumidor “enterado” en tequila está en inglés, aunque los datos de la producción está parcialmente abierta gracias al CRT y a la Cámara Nacional de la Industria Tequilera.

La información que se tiene sobre tequila y mezcal en las redes sociales (facebook y youtube), y en algunas producciones de videos de bajo presupuesto, es gracias a un creciente activismo en favor de la tradición mezcalera; un fenómeno que es visible para el mundo, y que menciona y remarca, con ejemplos de lo artesanal y lo masificado, las diferencias entre el tequila y los mezcales. Los mayormente interesados en la información que proviene de México son los mixólogos, que son promotores-creadores, además de una rama intelectual de antiguos bármanes, personajes que no sólo crean cocteles, sino reproducen y divulgan información de primera mano, además participan en cursos “workshops” en EUA y en México, son líderes de opinión y marcan tendencias; una gran parte de éstos incluso realizan activismo en favor del patrimonio mezcalero. La identidad del “super héroe” con la que el mixólogo se identifica ha ayudado enormemente a la promoción del mezcal tradicional. Estos mixólogos son importantes promotores de la filière, de hecho la autora del libro que hemos comentado los incluye en su obra; menciona que son ellos quienes “empujan” las estrategias de marketing de marcas tequileras y llegan a ser “embajadores de la bebida”, así como influyen en las redes sociales. Los mixólogos norteamericanos han reproducido los mensajes en favor del mezcal artesanal y se han manifestado en contra de la masificación y de las Normas Obligatorias Mexicanas que imponen

el término “komil”, o que despojan de las palabras “mezcal” y agave a las bebidas de pequeños productores. El libro de Martineau documenta el nuevo escenario de estos “salvadores,” no visibles, en otros escritos sobre tequila. Los “bármanes” mexicanos, por otra parte, comienzan a entrar al mundo del tequila y el mezcal al estilo de los mixólogos norteamericanos, pero de una manera más cauta en su activismo; los líderes de opinión en gastronomía son los agentes activistas más influyentes, así como los propios dueños de mezcalerías.

No obstante, que el libro en cuestión es una referencia importante, cabría mencionar que padece de un sesgo autoimpuesto por los periodistas norteamericanos versados en la industria del vino del nuevo mundo, pues su visión de la diversidad de bebidas está ligada desde luego a los vinos mono varietales, por ejemplo Chardonnay, Syrah, y no así a los que corresponden a la tradición del lugar. Es entonces que la biodiversidad también es afectada negativamente cuando se acostumbra al consumidor a elegir artificialmente por productos uni o monovarietales; cuando originalmente las bebidas con tradición contienen un conjunto de variedades y de especies que dan una mayor calidad y tipicidad.

Única en su compilación de 99 productos, los tequilas están bajo la categoría de *Agave tequilana* (agave azul), mientras que todos los mezcales están clasificados por categorías de especie, por ejemplo *A. angustifolia* o “espadín”, y los demás como mezclas de especies. La escuela norteamericana de vinos está profundamente enraizada en los vinos monovarietales, cuya producción “moderna” en el “nuevo mundo” (Estados Unidos de América, Argentina, Chile, Nueva Zelanda, Australia) se origina en el monocultivo de pocas variedades. Una clasificación sencilla para un consumidor, pero nociva para el manejo de la biodiversidad, la sustentabilidad y el gusto local. En el tequila, la exigencia de la pureza varietal del agave azul, desde 1972, siguió esta “regla de calidad”, la cual ha tenido consecuencias negativas en la pérdida de la diversidad genética y de las razas criollas. La erosión genética en el agave azul es bien conocida y estudiada, el monocultivo es dominante, y hasta ahora

las autoridades y los actores de la cadena no han mostrado interés en su regeneración. Otro aspecto importante que se escapa en el libro, son los problemas derivados de la ingesta de alcohol y sus excesos, desde luego que los “bon vivants” no son señalados; el alcoholismo, es pues, un asunto reprochable en los pobres. En EUA, en el 2014, se consumieron en promedio 8.9 litros per cápita de bebidas destiladas, mientras que en México el consumo fue menor a 2 litros.

Lo que llamamos el castigo de la globalización gracias al éxito del tequila y a nuestros vecinos gringos, Martineau lo menciona al final de su libro como: “The gringos appropriated it. Tequila now belongs to the world”. En realidad se apropiaron del tequila para hacerlo accesible en su mercado. Esta frase invita además a pensar en el mito de Prometeo, quien robó el fuego a los dioses para llevarlo a los seres humanos, simples mortales. En otras palabras: al tlacuache que robó el fuego a los dioses para llevarlo a los antiguos mesoamericanos, nos queda preguntarnos si ¿los gringos se robarán también el mezcal?, ¿el mezcal correrá la misma suerte que el tequila?, así como sus impactos en la economía rural y la sustentabilidad.

Notas finales

La periodista realizó una investigación en que fue inevitable dejar de lado la dinámica de los últimos cuatro años, con respecto a la normatividad obligatoria que propone la Secretaría de Economía en México, para evitar adulteraciones en el tequila y el mezcal. Las leyes impactan negativamente a los pequeños productores de mezcales artesanales, sin cabida en las Denominaciones de Origen y sin opciones para una venta microrregional. El trabajo periodístico en esta obra nos muestra que, en la actualidad, no es posible evitar el creciente activismo en favor de la producción de los mezcales tradicionales en México y EUA, manifestado sobre todo en las redes sociales.

Aun sin revisar exhaustivamente obras en español, que indirectamente llegaron a la autora a través de investigaciones publicadas en inglés, hay una clara intención de informar sobre la diversidad de mezcales y tequilas, sus conflictos y actores, donde las sociedades rurales juegan un rol importante y vulnerable.

BIBLIOGRAFÍA

- Bowen, S. y A. Valenzuela, 2009, "Geographical Indications, Terroir, and Socioeconomic and Ecological Sustainability: The Case of Tequila.", en *Journal of Rural Studies*, 25(1): 108-119.
- Duhart, F. y J. Jiménez, dic. 2004, "Les imaginaires du Xéres: vin, représentation et identité, en *Anthropology of Food*, en <http://aof.revves.org/269>
- Gaytán, S., 2014, *Tequila! Distilling the spirit of Mexico*, Stanford University Press, EUA.
- Valenzuela, A. y P. Gary, 2003, *Tequila: A natural and cultural History*, Arizona University Press, EUA.
- Valenzuela, A., 1985, "The Tequila Industry", en *Desert Plants*, 7(2).
- Valenzuela, A. y A. Macías, 2014, La indicación geográfica Tequila: Lecciones de la primera denominación de origen mexicana, Conabio, México.
- Valenzuela, A., 2003, *El Agave tequilero. Cultivo e Industria de México*, Mundi-press, México.

Consultas en internet

- <http://fortune.com/2015/02/03/whiskey-tequila-spirits-2014/>
<https://ustr.gov/countries-regions/americas/mexico>
<http://www.migrationpolicy.org/article/mexican-immigrants-united-states>

<http://www.cronicajalisco.com/notas/2014/6717.html>

<https://www.crt.org.mx>, Flash-informativo 112.

<http://tequilaaficionado.com/2013/07/09/are-tequila-drinkers-killing-the-environment/>

<http://www.tequilainterchangeproject.org/2015/03/09/nom199/>

Biotecnología ¿en qué le concierne a la sociedad?

Lidia Reyes Vasquez¹

El papel que en la actualidad representan los avances tecnológicos y científicos en materia de organismos genéticamente modificados (OGM), requiere de un análisis puntual en virtud de las repercusiones sociales, culturales, económicas y ambientales que se están gestando a partir de su introducción en los países con economías emergentes, como es el caso de México.

En dicho contexto, se apuesta a los dictados de las nuevas tecnologías que, basadas en la ingeniería genética, serían la panacea para garantizar la soberanía alimentaria en los países pobres de América Latina. Lo cierto es que son las grandes empresas transnacionales las que controlan la producción y distribución del mercado de los OGM y, en ese sentido, son las promotoras de ese tipo de tecnologías, en tanto, el Estado desempeña un rol de facilitador en tales intervenciones.

En ese sentido, es urgente y necesario tener información especializada sobre un tema controversial e importante para la sociedad mexicana en general, como es la biotecnología. El libro *Biotecnología y Sociedad*, de Michelle Chauvet, se ubica dentro de la discusión: ¿Qué es la biotecnología; en qué ámbitos se aplica y qué repercusiones tiene dicha tecnología en

¹ Estudiante de la Maestría en Sociología de la UAM-Azcapotzalco, e-mail: lrv86@hotmail.com

la sociedad?, asimismo, revela la particular dinámica de la biotecnología agrícola, la cual tiene que ver, ni más ni menos, que con la producción de alimentos y, por ende, con la seguridad alimentaria de las generaciones presentes y futuras de los y las habitantes de nuestro país.

La propuesta de la autora se concentra en dar la respuesta a las preguntas planteadas, a partir del enfoque de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Es decir, se debe tomar en consideración que éstas han penetrado en nuestra vida cotidiana, como atinadamente refiere la investigadora, al grado de ser parte de ella que ni siquiera reparamos en sus repercusiones. A partir de esta idea es que se hace la conexión inseparable entre “biotecnología y sociedad”, por tanto, es básico detenernos a reflexionar en las implicaciones que tienen en nuestra cotidianidad, el desarrollo e innovación de la tecnología enmarcado en el contexto de la modernidad.

El libro se divide en cuatro apartados. En el capítulo primero se aborda el desarrollo de la biotecnología, haciendo un recorrido histórico y coyuntural que contempla las innovaciones y adelantos de esta disciplina desde la perspectiva de las Ciencias Sociales. La autora argumenta en torno a la idea reduccionista de considerar a la sociedad separada de la ciencia y la tecnología. Es así, como apuesta por una visión integradora de esos mundos, supuestamente separados, lo que significa una deconstrucción y, por tanto, una co-construcción del vínculo entre sociedad-ciencia-tecnología.

El capítulo segundo está dedicado a la bioseguridad. Dicho apartado centra su atención en la agrobiotecnología y los riesgos que ésta conlleva para la sociedad. Se adentra en una discusión en donde autores como Anthony Giddens y Ulrich Beck –de acuerdo con sus enfoques en cuanto a la segunda modernidad, la sociedad del riesgo y las consecuencias no esperadas de ciertos actos– ayudan a dar cuenta de los impactos que los OMG han tenido a nivel ambiental, social y ético, sin dejar de lado los posibles riesgos a la salud de seres humanos y animales. Asimismo, se adentra en el tema de la bioseguridad; la autora indaga en los meca-

nismos que se han establecido a lo largo del tiempo para lograr un uso seguro de las innovaciones tecnológicas, con la finalidad de disminuir sus riesgos y potencializar sus virtudes.

El tercer capítulo lleva al lector y lectora al tema de la agrobiotecnología en México; aquí la investigadora nos ofrece un análisis exhaustivo sobre los distintos desarrollos de tal innovación, enfocados en nuestro país. Hace referencia a las agrobiotecnologías que han llegado a una fase comercial, como la floricultura y el algodón transgénico, por mencionar algunos. Al mismo tiempo, analiza y discute a partir de las investigaciones *ex ante* que ha realizado, junto con sus colegas del área Impactos Sociales de la Biotecnología del Departamento de Sociología de la UAM-A, sobre los posibles efectos sociales que podría acarrear la implementación de una papaya y un maíz transgénico. El caso del maíz es contundente, ya que tiene que ver con una semilla ancestral y culturalmente básica para nuestra historia y alimentación.

El último capítulo pone de manifiesto el debate en torno a la biotecnología agrícola. En él, se analizan las distintas posturas en cuanto a los cultivos genéticamente modificados. Si bien, las empresas biotecnológicas están a favor de la implementación de los OMG debido a los beneficios económicos que les reporta y, por ende, minimizan el riesgo: otros sectores de la sociedad que están informados al respecto saben de los posibles riesgos a la salud que dichas tecnologías pueden tener. Es así, que en este apartado final, la autora se da a la tarea de examinar el papel fundamental que cumplen los científicos y la sociedad civil en dicho campo.

Chauvet concluye con una frase que retoma de Juan Cristina y que me parece fundamental: “La tecnología soluciona problemas, pero puede generar otros”. Después de lo cual surgen las preguntas, ¿deberíamos o no, hacer uso de esta tecnología? ¿le concierne a la sociedad? Yo creo que sí, pero debemos concientizar acerca de los riesgos y virtudes; en este caso, sobre los pros y contras de la biotecnología agrícola en particular.

La ciencia está puesta al servicio de la sociedad, pero también puede generar consecuencias no deseadas o esperadas para la salud, para el ecosistema, así como para el ámbito económico y político de nuestro país. Por tanto, la lectura de este libro es esencial, ya que nos brinda un panorama crítico en cuanto a la implementación de los OGM, y sobre los riesgos e incertidumbres que giran en torno a dicho tema, dilucidados tanto por expertos, como de todos los que estamos involucrados. Por ello, informarnos es nuestra tarea.

Para concluir, quiero destacar que el análisis presentado en el libro contiene una conexión básica entre dos ámbitos aparentemente separados: "biotecnología y sociedad", y la autora lo presenta de forma clara, haciéndolo accesible a cualquier tipo de público; esa es su principal virtud. El libro lo recomiendo al público en general, ya que es un tema que tiene repercusiones que nos conciernen a todos.

BIBLIOGRAFÍA

Chauvet, M., 2015, *Biotecnología y Sociedad*, Biblioteca Básica, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Guía para autores ¹

Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente

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.

¹ Para mayores detalles revisar esta guía en extenso en la página web de la revista: <http://xoc.uam.mx/>

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 nume-

rarse 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”. Esta indicación, sin embargo, no deberá ser usada en la lista de referencias ni en itálicas.
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://www.ucr.org.ar/>, consultado el 28/10/2000.

g. De artículos de publicaciones periódicas en bases de datos

Schrader, A., 1999, "Internet Censorship: 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 septiembre de 2016