

Revalorando el uso de insectos para consumo humano

Por René CERRITOS FLORES*

LA REGIÓN DE LO QUE HOY CONOCEMOS COMO MÉXICO formó parte del gran complejo histórico-geográfico-cultural llamado Mesoamérica. Aquí, hace más de nueve mil años se consolidó una nueva forma de extraer los recursos del ambiente, sobre todo los relacionados con la alimentación: se originó la agricultura y como consecuencia una gran cantidad de culturas florecieron a partir del establecimiento de comunidades en torno a un espacio que podía abastecer los nutrientes necesarios. La disminución de la incertidumbre al tener un almacenamiento de semillas o de alguna otra parte de las plantas posiblemente contribuyó a la creación de nuevas actividades humanas.¹ La gran e importante aportación de esta región, más allá de la creación de técnicas de cultivo, fue el origen de una batería de plantas que se aprovecharon de manera sistemática y periódica y que hasta nuestros días forma parte de la dieta no sólo de los mesoamericanos, sino de todo el mundo. A partir de las plantas existentes en el entorno, de cada una de ellas se fueron seleccionando aquellos atributos que más favorecían a la población humana, lo que dio origen al proceso que hoy conocemos como *domesticación*.² Tal vez, el mayor logro tecnológico —que incluso supera cualquier otro de la época actual— fue que a partir de un pasto que producía tan sólo ocho semillas por planta, en promedio, mediante un proceso selectivo artificial llevado a cabo durante miles de generaciones de la planta y cientos de generaciones humanas se llegó a originar el mayor orgullo de esta región, la especie *Zea mays*, cuyo conjunto de frutos (mazorca), con más de doscientas semillas, es el sustento nutricional del mundo.³

* Profesor del Centro de Investigación en Políticas, Población y Salud de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México; miembro del Sistema Nacional de Investigadores; e-mail: <renecerritos@gmail.com>.

¹ Dolores R. Piperno, “The origins of plant cultivation and domestication in the new world tropics”, *Current Anthropology* (University of Chicago), vol. 52, núm. 4 (2011), pp. 453-470.

² Mary Jane West-Eberhard, *Developmental plasticity and evolution*, Nueva York, Oxford University Press, 2003, p. 816.

³ John Doebley, “The genetics of maize evolution”, *Annual Review of Genetics* (Annual Reviews), vol. 38 (diciembre de 2004), pp. 37-59.

Sin duda, el maíz como alimento, contribuyó a la grandeza cultural e incluso económica de los pueblos mesoamericanos. Posiblemente el número de variedades de maíz existentes en Sudamérica y Aridoamérica sea equiparable al número de culturas que se originaron a partir de esta noble planta. Pero no deben despreciarse a otras especies de plantas que también fueron domesticadas, para lo cual se seleccionaron las variedades de semillas que eran de mayor tamaño, mayor cantidad, mejor sabor o menor toxicidad. Desde un plano histórico, las más importantes en ese orden pueden ser el frijol, el amaranto, la chía y el huazontle. Además, una serie de frutos, tallos o raíces también pasaron por este proceso selectivo dando origen a toda esa diversidad cultural, nutrimental y, por supuesto, la identificación de los pueblos con una serie de plantas que son su sustento: el chile, el jitomate, el tomate, la calabaza, el chilacayote, el aguacate y la lista sigue y sigue.⁴

Tal diversidad dio origen a los policultivos, idea que tal vez sea el segundo aporte tecnológico-histórico de Mesoamérica para el mundo. La milpa se considera un policultivo selectivo, donde en la mayoría de los casos el maíz es el elemento central y a partir de la arquitectura del cultivo se van anexando otras especies que acompañan y complementan en todos los sentidos al actor principal, siendo el frijol y la calabaza dos actores básicos de este sistema.⁵ Así, se puede tener una milpa emblemática de maíz, frijol y calabaza. Las semillas de maíz se colocan en surcos, sobre el terreno, que al germinar se ven como si fueran hilos verdes bien definidos. A partir de esa estructura primaria se van llenando los espacios para que el frijol y la calabaza complementen el cultivo, no sólo desde un punto de vista estructural, sino nutrimental, e incluso para darle una mayor protección a las bacterias que habitan el suelo y que al mismo tiempo contribuyen al mejor crecimiento de los cultivos.⁶ Un espacio que se siembra como policultivo es un universo en sí mismo con propiedades únicas, en el que la interacción de los distintos cultivos, de la comunidad bacteriana y fúngica del suelo,

⁴ Alejandro Casas, Adriana Otero Arnáiz, Edgar Pérez Negrón y Alfonso Valiente Banuet, “*In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica”, *Annals of Botany* (Oxford, University Press), vol. 100, núm. 5 (julio de 2007), pp. 1101-1115.

⁵ Miguel Altieri, Fernando R. Funes-Monzote, Paulo Petersen, “Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty”, *Agronomy for Sustainable Development* (INRA), vol. 32, núm. 1 (2011), pp. 3-15.

⁶ Ebel Roland, José Pozas Cárdenas, Florencio Soria Miranda, Jesús Cruz González, “Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo”, *Terra Latinoamericana* (Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.), vol. 35, núm. 2 (2017), pp. 149-160.

de los insectos que polinizan o depredan a las plantas, así como los mismos campesinos, forman una nueva dimensión que al final tuvo como objetivo, al menos teóricamente, que los pueblos de Mesoamérica lograran una mejor nutrición y en forma colateral, una identidad: somos más que el pueblo del maíz, también somos el pueblo de los policultivos.

Mesoamérica, entonces, no sólo inventó técnicas de cultivo, no sólo domesticó plantas para su alimentación. También, y tal vez más complejo, desarrolló una forma de convivencia duradera con todas las especies que rodeaban ese nuevo entorno, esos campos de cultivo, incluso con aquellas especies de plantas que potencialmente podrían causarles un daño.

En tal sentido podemos hablar de los quelites, es decir, todas esas plantas que literalmente no se siembran pero que crecen de manera silvestre dentro o en los alrededores de los cultivos y que no solamente son toleradas, sino que forman parte de la dieta porque brindan un aporte nutrimental básico de vitaminas, minerales y carbohidratos.

Lo que el mundo occidental hoy determina que es maleza y combate con herbicidas —para lo cual se usa principalmente glifosato— en Mesoamérica nunca se vio así y posiblemente ésa sea la consecuencia de que en la actualidad consumamos más de un centenar de especies que no sembramos, pero que son recolectadas para consumir sus partes tiernas, principalmente, tallos y hojas. Estoy seguro que quien haya probado un taco de tallos y hojas de algún quelite, sancochados en el comal con un poco de sal y condimentados con una salsa preparada, obviamente, con ingredientes extraídos de la milpa, no los consideraría una plaga. Y hablando de plagas, ya sea en poli o monocultivos, en Mesoamérica se llegó a un nivel de maximización en donde se aprovechaba todo y quizá el caso más emblemático sea que hasta nuestros días consumimos un parasito fúngico del maíz llamado *Ustilago maydis*. Podemos re-frasear la descripción de esta especie y entonces decir: quizá uno de los principales y más deliciosos platillos de nuestra gastronomía sea el huitlacoche, ese hongo negro que le sale a la mazorca del maíz, pero que con una buena preparación con una hierba asociada a la milpa, el epazote, y dentro de una tortilla es una delicia. Está por demás aclarar que, bajo el régimen actual de producción de

alimentos, el huitlacoche es un enemigo mortal del maíz, razón por la cual se combate intensivamente con fungicidas.⁷

Quizá los insectos sean el extremo más importante en esta forma de visualizar a las especies que interactúan alrededor de los cultivos. El mundo occidental ha creado una visión hostil hacia este increíble grupo de animales. Lo hemos visto no sólo en las películas clásicas de Hollywood de los cincuenta y sesenta donde muchos de los argumentos proponían graves accidentes nucleares que provocaban un inusual crecimiento de los insectos, los cuales terminaban por atacar a los humanos. Estos antecedentes, incluso se remontan a documentos que rayan en la ciencia ficción, pero que son clásicos, al menos para un sector religioso de la población: en la misma Biblia se refiere que una población de langostas, tan inmensa que oscurecía el cielo, terminaría con los cultivos y se convertiría en uno de los mensajes del fin del mundo.⁸ Sin duda, si esta señal del Apocalipsis realmente hubiera ocurrido, en Mesoamérica estas langostas serían ahora uno de los platillos más ricos de la región. Un rico taco de maleza, combinado con parásito y plaga apocalíptica.

*Los insectos como fuente
de alimentación en Mesoamérica*

Los diferentes códices reportan, algunos incluso con mucha precisión, detalles que permiten sostener que los insectos eran una de las fuentes más importantes de proteína en esta región, previamente a la conquista. Fray Bernardino de Sahagún, en su clásico libro sobre Nueva España, menciona una gran variedad de insectos, de la mayoría de los cuales sabemos a qué especie pertenecen desde el ámbito científico. Así, por ejemplo, él escribe: “Hay muchas maneras de langostas en esta tierra y son como las de España; unas de ellas llaman *acachapolin*, que quiere decir, langostas como saeta; dicese así porque van recías cuando vuelan, y rugen como una saeta; suélenlas comer”.⁹ Ahora sabemos que una de esas especies es *Sphenarium purpurascens*, el chapulín de milpa que algunos de

⁷ René Cerritos y M. Klewer, “Pre-Hispanic agricultural practices: using pest insects as an alternative source of protein”, *Animal Frontiers* (Oxford Academic), vol. 5, núm. 2 (abril de 2015), pp. 31-36.

⁸ Apocalipsis 9:3-11.

⁹ Bernardino de Sahagún, *Historia general de las cosas de Nueva España*, Ángel María Garibay, apéndice y notas, México, Porrúa, 2006 (Col. *Sepan cuantos*, núm. 360), p. 636.

nosotros habremos visto porque se encuentra muy asociado con los cultivos del centro del país y algunos estados del sur. O también la especie llamada *Comadia redtenbacheri*, pequeña larva de color rojo de una mariposa nocturna, que vulgarmente se conoce como *chinicuil*. Al respecto Sahagún escribía: “Hay otros gusanos que se crían a las raíces de los magueyes, que son muy colorados; ni son buenos ni son malos”.¹⁰ O sobre esas larvas y huevecillos de unas pequeñas hormigas negras que habitan en las zonas semiáridas del centro del país llamadas escamoles y científicamente *Liometopum apiculatum*: “Hay otras hormigas que se crían en tierras frías; son pequeñuelas, son negras y muerden, y sus huevos son blancos; en algunas partes las comen, y por eso las llaman *azcamolli*”.¹¹

En la actualidad, se tiene un registro de que a nivel mundial se consumen unas dos mil especies de insectos. Y en ese registro orgullosamente México presenta la mayor diversidad con cerca de quinientas especies.¹² Todas esas especies formaban parte de la dieta antes de la Colonia y, aunque no existen investigaciones al respecto, el consumo de muchas de ellas puede tener varios miles de años. Una de las razones que promovieron que en la región de Mesoamérica exista la más rica diversidad de especies de insectos comestibles es la latitud a la que se encuentra.¹³ Por estar cerca del Ecuador, la temperatura y humedad son propicias, lo que explica que la mayor cantidad de especies que existen en el planeta se encuentren distribuidas en estas latitudes. Desde el punto de vista social y cultural, las poblaciones que se establecieron en esta región eran altamente receptivas a que cualquier animal o planta pudiera ser parte de la dieta cotidiana.

Los países occidentales —principalmente Europa y Norteamérica— no tienen una historia de hábitos en el consumo de insectos, tanto por razones geográficas como culturales, y en esta última década están descubriendo a los insectos como una fuente potencial de proteína. Ante el deterioro ambiental y la carencia de proteína animal proveniente de las fuentes convencionales están digiriendo sus esfuerzos a explotar una gran variedad de insectos.

¹⁰ *Ibid.*, p. 635.

¹¹ *Ibid.*

¹² Julieta Ramos-Elorduy, “Insects: a sustainable source of food?”, *Ecology of Food and Nutrition* (Taylor & Francis online), vol. 36, núm. 2-4 (1997), pp. 247-276, en DE: <<http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1997.9991519>>. Consultada el 20-i-2019.

¹³ Friedrich Simon Bodenheimer, *Insects as human food: a chapter of the ecology of man*, Londres/La Haya, W. Junk, 1951, 352 págs.

tos.¹⁴ Al parecer nos encontramos en un momento crucial en el cual especies —tanto de plantas como de animales— que se han consumido en Mesoamérica desde hace unos miles de años pueden ser la solución a muchos de los problemas de salud, ambientales e incluso económicos por los que atraviesa el planeta. Ante este panorama sólo se tienen dos opciones: que el Estado y los pueblos originarios resguarden este conocimiento para un bien común en donde los recursos, específicamente los insectos de nuestro país, se exploten de manera sustentable desde el punto de vista biológico, económico y social; o que grandes corporativos transnacionales acaparen este conocimiento y comiencen a explotar un recurso donde el valor económico sea lo único que importe.

*El chapulín de milpa como modelo
de explotación sustentable*

EL chapulín de milpa, *Sphenarium purpurascens*, es considerado en la actualidad como una de las plagas más devastadoras de los agrosistemas de varios estados del centro y del Bajío.¹⁵ Por su capacidad de alimentarse de una gran cantidad de plantas puede invadir casi cualquier cultivo. Por ejemplo, en el valle de Puebla-Tlaxcala cada año invade más de 200 mil hectáreas de alfalfa, maíz, avena, trigo y frijol, principalmente.¹⁶ En los últimos veinte años esta especie se ha expandido a otras zonas, invadiendo cultivos de Guanajuato, Michoacán e incluso Zacatecas. El principal método para erradicarla es usando insecticidas como el paration y malation, los cuales ya han sido prohibidos en Estados Unidos y Europa por su enorme riesgo a especies no blanco, incluyendo la población humana.¹⁷ Los campesinos asperjan sin ninguna precaución los cultivos con estos insecticidas, lo que trae como consecuencia continuos episodios de intoxicación y, aunque no han sido estudiados a detalle, muy probablemente también eventos de mutagénesis que afectan irreversiblemente a los individuos que nacen en sitios

¹⁴ Cerritos y Klewer, “Pre-Hispanic agricultural practices” [n. 7], pp. 31-36.

¹⁵ René Cerritos y Zenón Cano-Santana, “Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico for human consumption: a comparison with insecticidal control for managing pest outbreaks”, *Crop Protection* (IAPPS), vol. 27, núm. 3-5 (mayo de 2008), pp. 473-480.

¹⁶ Informe técnico, *Campaña contra el chapulín*, Tlaxcala, México, Cesavetlax, 1995.

¹⁷ Cerritos y Cano-Santana, “Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico” [n. 15].

expuestos a estas sustancias tóxicas. Por otro lado, los problemas de contaminación y pérdida de la diversidad de especies asociadas al agrosistema, que puedan tener un efecto benéfico, a causa de estos insecticidas ya ha sido documentada ampliamente.¹⁸

Las pérdidas económicas que estos insectos causan a los agrosistemas a nivel global son cuantiosas. Por ejemplo, en África, sólo por la especie de langosta *Schistocerca gregaria*, en un periodo de cinco años se perdieron unos 2.5 billones de dólares y se han invertido cerca de cuatrocientos millones de dólares para su erradicación.¹⁹ Históricamente también se han documentado pérdidas totales de los cultivos debido a invasiones masivas de estos insectos. Por ejemplo, en Estados Unidos, en el siglo XIX se perdieron todos los cultivos debido a una infestación del chapulín *Melanoplus femurrubrum*, lo que causó una hambruna que duró algunos años.²⁰

Parece extraño que en México la misma especie que es considerada una plaga en los agrosistemas del centro y el Bajío, sea a su vez, el insecto que más se consume como alimento. Y más sorprendente aún es que todo el chapulín que se comercializa en el país sea extraído de campos de cultivo donde se considera un problema para los agricultores. Este insecto, que consideramos como un ingrediente básico de la cocina oaxaqueña, desde hace más de treinta años no se cosecha en ese estado, los locatarios de los mercados de Oaxaca lo compran a la gente de Puebla y de Tlaxcala, lo acaparan y literalmente crean todo un proceso de especulación. Durante los meses de mayo y noviembre, la mayoría de los pobladores de Santa María Zacatepec, Puebla, se dedican a capturar de manera clandestina los chapulines dentro de campos de cultivo. Antes de que amanezca, los recolectores de chapulines, llamados

¹⁸ Véanse Lien Nguyen Thi Hong, Dominique Adriaens, Colin R. Janssen, "Morphological abnormalities in African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae exposed to malathion", *Chemosphere* (Elsevier), vol. 35, núm. 7 (1997), pp. 1475-1486; Sara Boleas, Gregoria Carbonell, Carlos Fernández, Matilde Carballo, José Ortiz y José Tarazona, "Comparison between stress response and toxicant exposure biomarkers in Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata* L., exposed to cadmium, malathion and/or arochlor 1254", *Marine Environmental Research* (Elsevier), vol. 46, núm. 1-5 (julio-diciembre de 1998), pp. 122-123; Jérôme Cortet, Dominique Gillon, Richard Joffre, Jean-Marc Ourcival y Nicole Poinso-Balaguer, "Effects of pesticides on organic matter recycling and micro-arthropods in a maize field: use and discussion of the litterbag methodology", *European Journal of Soil Biology* (Elsevier), vol. 38, núm. 3-4 (junio-diciembre de 2002), pp. 261-271.

¹⁹ "Feast in the east for desert locusts", *New Agriculturalist* (Reino Unido, WREN media, enero de 2008), en DE: <<http://www.new-ag.info/en/news/newsitem.php?a=355>>. Consultada el 7-1-2019.

²⁰ Bodenheimer, *Insects as human food: a chapter of the ecology of man* [n. 13].

chapulineros salen de sus casas en busca de campos de cultivo, principalmente de alfalfa, para recolectar los chapulines mediante redes que ellos mismos elaboran con costales, rines de bicicletas y lazos. Es indispensable hacer la cosecha antes de que aparezcan los primeros rayos del sol porque los insectos se activan con la radiación solar y también porque así evitan ser vistos por los dueños de los cultivos de alfalfa. Sin duda, en este sistema de producción existe un conflicto de intereses que será muy difícil de resolver sin la intervención de las autoridades, tanto de los gobiernos estatales como de los municipales: los dueños de los cultivos tienen incluso enfrentamientos violentos con los chapulineros porque al capturar el insecto dañan severamente los cultivos, además de que no hay una remuneración económica por la pérdida de estos cultivos, sin contar que al extraer los chapulines se están llevando parte de la producción pero en forma de chapulín.

El que la captura se lleve a cabo de manera clandestina acarrea un problema colateral que puede incluso tener consecuencias para la salud humana. Los recolectores extraen los chapulines sin saber los antecedentes próximos del cultivo en cuestión, por ejemplo, que haya sido asperjado con insecticidas y que muchos de esos insectos que consumimos tengan acumulados en sus órganos rastros del ingrediente activo, por lo que pueden presentarse problemas serios de intoxicación. Hasta el momento ni las autoridades sanitarias ni los centros de investigación han llevado a cabo un estudio para conocer la fracción potencialmente contaminada que se comercializa no sólo en Oaxaca y el resto del país, sino, además, aquella que se lleva de manera ilegal hacia Estados Unidos. Y más aún, en los últimos cinco años han surgido pequeñas empresas que comercializan, incluso en supermercados, productos a base de este insecto y, sin duda, mucha de esta materia prima fue colectada de estos campos. Se calcula que la cantidad de chapulines que se extrae únicamente en ese pueblo de Santa María puede ser de doscientas toneladas anuales. Considerando que el kilo de este insecto se comercializa hasta en doscientos pesos, estamos hablando de una derrama económica cercana a cincuenta millones de pesos anuales. Claro, como lo mencionamos antes, de manera clandestina, sin norma de producción alguna y sin cumplir con los estatutos de inocuidad que debería tener cualquier producto que se consuma en el país. Se ha calculado que, si explotáramos de manera sustentable al chapulín en toda su área de distribución y específicamente donde se considera plaga, tan sólo de esta especie de insecto podríamos extraer cerca

de 350 mil toneladas anuales con una derrama económica de más de 3 billones de pesos.²¹

Una tarea que ya no debe posponerse es la formalización de una extracción reglamentada y sostenida, donde, por un lado, se protejan los cultivos, y por otro, al mantener controladas a las poblaciones de insectos con una extracción parcial, se obtenga un beneficio tanto económico como de tipo social y, más importante aún, un agregado nutricional a la dieta del mexicano. No es una tarea sencilla; posiblemente, lo que está ante nuestros ojos es la aparición de una nueva actividad económico-cultural que podría tener grandes beneficios sociales si se explota este recurso de manera planificada.

Suponiendo que en esas 200 mil hectáreas del valle de Puebla-Tlaxcala infestadas con chapulín, pudieran extraerse entre cincuenta y cien kilos de biomasa por hectárea y que el precio por kilogramo oscile entre cincuenta y cien pesos, sólo por esta actividad tendríamos una derrama económica anual cercana a mil millones de pesos. Si, además, sumamos el ingreso por el cultivo principal, entonces esta región podría ser una de las más ricas en cuanto a producción, tanto de las plantas cultivadas como de los insectos anteriormente considerados como plaga. Actualmente el último lugar en aportaciones al producto interno bruto del país con 0.6% lo ocupa Tlaxcala. Sin duda este tipo de propuestas puede mitigar el atraso y la pobreza que sufren sus municipios.²² En dicho estado y en muchos otros del país se está desperdiciando gran cantidad de capital natural, el cual, si se aprovecha de manera eficiente, y sobre todo sustentable, puede ser clave para solucionar muchos de los problemas ambientales, sociales y económicos. Pero, como ya se ha mencionado, la implementación de la producción y consumo sustentable de los insectos nativos de nuestro país, como una nueva actividad humana, debe realizarse bajo normas que aseguren la equidad económica y social, así como la protección del ambiente, es decir que esta actividad tenga como base un modelo de negocio sustentable.

²¹ René Cerritos, Rocío Ponce-Reyes, Fabiola Rojas-García, “Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: ecological, social, and economic repercussions”, *Journal of Insects as Food and Feed* (Wageningen Academic Publishers), vol. 1, núm. 1 (2014), pp. 75-84.

²² Datos para el año 2018 proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en DE: <<http://www.inegi.org.mx>>. Consultada el 20-i-2019.

*Modelos de negocios sustentables
para el consumo de insectos*

PARA promover efectivamente este cambio de paradigma es importante comprender el funcionamiento del concepto de *negocio* en la industria alimentaria. En la actualidad la mayoría de los alimentos que consumimos surgen a partir de una actividad que se caracteriza por muchas prácticas no sustentables. Para abordar parcialmente esas externalidades negativas, en el presente trabajo se sugiere que al utilizar insectos plaga como fuente de alimento, las prácticas de esta potencial industria pueden encontrarse un paso más cerca de la idea de sustentabilidad. Sin embargo, para ello es necesario que la población y en particular los socios del capital o las potenciales cooperativas puedan detectar un atractivo comercial e incluso social en esta nueva actividad humana. Promover la producción y consumo de insectos comestibles como una nueva actividad humana requiere de la construcción de una empresa que tenga un punto de vista distinto al tradicional, ya que tal visión es, en muchos casos, la responsable de los problemas de sustentabilidad. Las empresas con una nueva visión, pueden ser también los actores principales.²³

En esencia, en una perspectiva clásica, las empresas están diseñadas para crear y capturar valor, por lo que, para atraer compañías, debe haber un argumento para invertir y desarrollar un mercado que capitalice tal valor.²⁴ Un concepto comúnmente utilizado para este propósito es el modelo de negocio, que muestra cómo crear, entregar y capturar valor.²⁵ El lienzo del modelo de negocio materializa este concepto y define elementos concretos relevantes para crear valor; entre ellos se encuentran la propuesta de valor, el modelo de ingresos, la red de valor y los recursos.

²³ Markus Beckmann y Stefan Schaltegger, "Unternehmerische Nachhaltigkeit", en Harald Heinrichs y Gerd Michelsen, eds., *Nachhaltigkeitswissenschaften*, Berlín/Heidelberg, Springer Spektrum, 2014.

²⁴ Stefan Schaltegger, Florian Lüdeke-Freund y Erik G. Hansen, "Business cases for sustainability: the role of business model innovation for corporate sustainability", *International Journal of Innovation Sustainable and Development* (Inderscience Enterprises), vol. 6, núm. 2 (2012), pp. 95-119.

²⁵ Alexander Osterwalder, Yves Pigneur y Christopher L. Tucci, "Clarifying business models: origins, present, and future of the concept", *Communications of the Association for Information Systems* (AIS), vol. 16 (2005), pp. 1-25, en DE: <<http://www.software-publico.gov.br/file/16723017/Claryfing-Busines-Model.pdf>>. Consultada el 28-i-2015.

Dicho modelo se utiliza para el análisis empresarial, la gestión y el desarrollo de nuevos negocios.²⁶

Al contexto de modelos de negocios sustentables (MNS) se vincula la comprensión de que el “valor” va más allá de los términos financieros e incluye beneficios para la sociedad y el medioambiente, haciendo hincapié en eliminar las externalidades negativas y promover las positivas.²⁷ De hecho, de acuerdo con Michael E. Porter y Mark R. Kramer, las externalidades producen efectos en las empresas a pesar de que éstos no siempre pueden medirse directamente, por ejemplo sobre la reputación de las empresas, la retención y lealtad de los empleados, el reconocimiento de marca y la productividad.²⁸ El modelo de negocio refleja esta lógica al considerar las externalidades positivas y el flujo de ingresos como elementos del sistema de valores y al considerar los costos y las externalidades negativas como elementos del sistema de eficiencia.

Al aplicar esta lógica de modelo de negocio al uso de insectos plaga en agroecosistemas, se obtienen múltiples beneficios para los agronegocios y sus grupos de interés. Se crean oportunidades para mejorar los productos agrícolas ya existentes, e incluso se tiene el potencial para introducir nuevas líneas completas de productos derivados de insectos como alimento (propuesta de valor y flujo de ingresos), evitando al mismo tiempo el uso de insecticidas y otros productos químicos asociados al combate de los mismos. Al hacerlo, disminuyen los efectos secundarios negativos de los productos químicos (externalidades positivas) y se reducen los costos de producción debido a una menor aplicación de productos químicos (estructura de costos). Sin embargo, las consecuencias del uso reducido de fertilizantes y otros productos químicos en el crecimiento del cultivo (estructura de costos y flujo de ingresos), así como los costos de los métodos mecánicos, deben estimarse cuidadosamen-

²⁶ Alexander Osterwalder e Yves Pigneur, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2010, p. 281; Ellen Enkel y Florian Mezger, “Imitation processes and their application for business model innovation: an explorative study”, *International Journal of Innovation Management* (ISPIM), vol. 17 (febrero de 2013), pp. 1-34.

²⁷ Frank Boons y Florian Lüdeke-Freund, “Business models for sustainable innovation: state-of the art and steps towards a research agenda”, *Journal of Cleaner Production* (Elsevier), vol. 45 (abril de 2013) pp. 9-19; Nancy Bocken, Samuel William Short, P. Rana y Steve Evans, “A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes”, *Journal of Cleaner Production* (Elsevier), vol. 65 (febrero de 2014), pp. 42-56.

²⁸ Michael E. Porter y Mark R. Kramer, “Strategy & society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility”, *Harvard Business Review* (Harvard University), vol. 84, núm. 12 (2006), pp. 78-92.

te. Al mismo tiempo, permite aumentar el valor de los productos agrícolas (propuesta de valor y segmentos de clientes) debido al valor agregado “orgánico”. Esto también permite la expansión del segmento de mercado objetivo junto a la externalidad positiva en la reputación de la marca.

Este enfoque también aumenta la cantidad de proteína de alto valor en el mercado (flujo de ingresos), cuya carencia se encuentra entre las principales causas de malnutrición (externalidad positiva), y que a su vez puede desbloquear el potencial para que los gobiernos creen incentivos que promuevan estructuralmente tales actividades (alianzas clave).

Resulta claro que la aplicación del modelo comercial al enfoque de la agricultura prehispánica conlleva un potencial prometedor para los agronegocios, no sólo desde el punto de vista económico, sino también social y ambiental. Este concepto tiene un carácter muy innovador y, por lo tanto, requiere un replanteamiento estricto de los modelos comerciales convencionales del sector agrícola. Tal proceso requiere un pensamiento emprendedor unido a la apertura a nuevas soluciones y procesos de cambio.

En el contexto de los insectos comestibles, donde el sector industrial aún se encuentra en incipiente etapa de desarrollo, existen oportunidades prometedoras para impulsar ese cambio de paradigma²⁹ porque los principales factores para el funcionamiento de la industria todavía están evolucionando. Entre esos factores que la impulsan figuran: innovación tecnológica (en cuanto a *know-how* y crianza de infraestructuras); innovación nacional o institucional (leyes, regulaciones y estándares); innovación social (aceptación y promoción del consumidor) e innovación del modelo de negocio (empresas y organizaciones empresariales).

Ciertamente, los factores institucionales y sociales se volverán más importantes para los conceptos comerciales basados en la promoción del consumo de insectos por sus externalidades positivas. En ese sentido, hay muchos proyectos en curso que conducen a la inclusión de insectos en los negocios y la sociedad. Por ejemplo, en Bélgica, los productos con insectos se introducen en algunos supermercados,³⁰ y Corea del Sur está desarrollando una estrategia nacional para crear una industria de insectos con fines nutricionales

²⁹ Enkel y Mezger, “Imitation processes and their application for business model innovation” [n. 26], p. 34.

³⁰ Alan Hope, “Delhaize launches line of insect products”, en DE: <<http://www.flanderstoday.eu/business/delhaize-launches-line-insect-products>>. Consultada el 22-x-2014.

y medicinales.³¹ También se está desarrollando una clasificación, con sede en Suiza, para la protección de insectos destinados a diferentes prácticas comerciales.³²

En México, para desarrollar un modelo de negocio sustentable a base de insectos una opción altamente viable es a través de cooperativas que sean asesoradas por instituciones educativas, como las universidades, tanto en el área científico tecnológica como en la promoción de una total inocuidad creando leyes que permitan la producción y el consumo regulado, que al mismo tiempo cuenten con las estrategias para desarrollar modelos de negocios que permitan a las cooperativas ser económicamente rentables. Un modelo de negocio sustentable puede perfectamente vincularse con los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL), donde el producto local, extraído a partir de la agricultura o de la ganadería regional, pueda ser económicamente rentable, ambientalmente sustentable y socialmente equitativo.

Sistemas Agroalimentarios Localizados: contemplando insectos comestibles

AUNQUE LOS SIAL tienen un enfoque de estudio sociocultural, más que biológico y ambiental, podríamos apropiarnos del concepto y llevarlo hacia esas latitudes. Este conjunto de estrategias socioculturales llevadas a cabo por pequeños productores agropecuarios, el territorio y los múltiples elementos que lo conforman son la esencia de este concepto.³³ Dentro de los múltiples elementos que conforman a los SIAL, sin duda, el componente biológico es primordial: las plantas que se cultivan y el ganado que se cría son los factores de identidad del pequeño territorio donde están asentados estos sistemas agroalimentarios. Tomando en cuenta las especies de plantas que se cultivan y los animales que se crían y, por supuesto, las técnicas agropecuarias de producción y comercialización,

³¹ J. Jeong, "Perspectives of insect industry in South Korea: government policies and R&D strategies", en Paul Vantomme, Christopher Münke-Svendsen, Arnold van Huis, Joost Van H. Itterbeek y Anouk Hakman, eds., *Conference Proceedings of Insects to Feed the World*, Wageningen, UR, FAO/Wageningen University, 2014, en DE: <<http://www.wageningenur.nl/en/show/Insects-to-feed-the-world>>. Consultada el 20-XI-2014.

³² Hans-Dietrich Reckhaus, *Insect respect-Das Gütezeichen für mehr Nachhaltigkeit im Umgang mit Insekten*, Bielefeld/Teufen, Alemania, GmbH & Co., 2014, en DE: <<http://www.insectrespect.org/index.php?id=20&L=1>>. Consultada el 12-III-2014.

³³ Gerardo Torres Salcido, "Apuntes sobre los Sistemas Agroalimentarios Localizados: del distrito industrial al desarrollo territorial", *Estudios Latinoamericanos. Nueva Época* (México, UNAM), núm. 40 (julio-diciembre de 2017), pp. 19-36.

podríamos considerar a los SIAL como sustentables y, además, como soberanos alimentariamente. A partir de una producción y comercialización sustentable de productos locales que contengan una historia ancestral, podemos solucionar problemas sociales, como la pobreza, el desempleo, la migración, y problemas ambientales como la erosión, gases de efecto invernadero, pérdida de biodiversidad y contaminación.

Vistos como alimento, los insectos en México pudieran ser considerados patrimonio cultural. La mayoría de las especies se han consumido desde hace miles de años en la región de Mesoamérica y han tenido un lugar preponderante dentro de la alimentación en cada región o localidad. Valorar los insectos comestibles bajo el enfoque de los SIAL, puede permitir el mantenimiento y conservación del patrimonio cultural de las etnias o grupos que practican la entomofagia. Pero al mismo tiempo deben ser valorados por sus ventajas nutrimentales ya que al extender su consumo más allá de los pequeños espacios contemplados en los SIAL, su alto valor proteico puede garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, no sólo de los grupos que los producen. Este enfoque combinado con un modelo sustentable de negocios puede permitir que las condiciones de vida de los habitantes mejoren al reducir no sólo los índices de pobreza sino de desnutrición y obesidad e incluso de enfermedades relacionadas con los malos hábitos alimenticios, como la diabetes.

El consumo y la explotación sustentable de los insectos, como una nueva actividad humana, puede beneficiar a las comunidades al hacerlas más independientes, tanto nutrimental como económicamente, sobre todo si las empresas propuestas se conducen dentro de un marco de cooperatividad. Surge el interés y la intención de que todos estos productos alimenticios obtengan un reconocimiento nacional e incluso internacional que puede lograrse a partir de la gestión de una denominación de origen, una marca colectiva o algún otro sello distintivo donde se plasme el valor cultural y alimenticio de dichos productos.³⁴ En México aún no se tiene registro de alguna actividad comercial formal con insectos comestibles y mucho menos existen propuestas para gestionar una denominación de origen. Antes de que esto suceda tiene que formalizarse la producción de insectos comestibles, más aún porque todas las especies, sin excepción, son cosechadas en ambientes naturales y

³⁴ José Fernando Grass Ramírez y Jorge Aguilar Ávila, “El enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (SIAL)”, *Textual. Análisis del Medio Rural Latinoamericano* (México, UACH), núm. 60 (julio-diciembre de 2012), pp. 45-60.

no en granjas, lo que ya se hace en países como Tailandia, Estados Unidos, Holanda, Alemania, entre otros.

Bajo los enfoques de los SIAL y del modelo sustentable de negocios deben diseñarse políticas públicas asociadas al sector alimentario cuyo objetivo sea brindar asistencia social. Los insectos deben ser base de una política pública que reduzca la desnutrición infantil y cuya comercialización permita, al mismo tiempo, la disminución de la pobreza, sobre todo en zonas rurales donde incluso constituyen un problema para los agrosistemas. Los insectos que son vistos como plaga pertenecen al grupo de los ortópteros, es decir, chapulines, saltamontes y langostas; todos ellos son comestibles y lo único que tendríamos que hacer es promover iniciativas que permitan la producción y consumo inocuo. Estados como Tlaxcala, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, entre otros, sufren cada año de infestaciones por estos insectos y, al mismo tiempo, los pobladores sufren de una desnutrición severa, sobre todo por un déficit proteínico y, por si esto fuera poco, son estados con mayor pobreza. Estamos desperdiciando un gran recurso, el cual podría aprovecharse de una forma relativamente sencilla si estas ideas se transforman en políticas públicas en cada uno de los estados donde los insectos son un problema de plaga en agrosistemas.

También existen otros insectos comestibles que no son plaga pero que cultural y gastronómicamente tendrían un gran valor comercial y nutrimental. En este caso las políticas públicas en conjunción con los SIAL y un modelo de negocios sustentable fomentarían granjas para evitar que las poblaciones de insectos en sus ambientes puedan ser amenazadas y eventualmente sobrevenir la extinción por sobreexplotación.³⁵

Forma actual de producción y consumo de los insectos comestibles

COMO ya lo hemos mencionado, México no cuenta con una regulación para la explotación de los insectos y mucho menos sobre su consumo y eso también incluye a los que son plaga en los agrosistemas. El problema no es trivial, sobre todo porque la población que los consume puede estar en riesgo al ingerir insectos contaminados con algún compuesto nocivo para la salud. Otro problema

³⁵ René Cerritos, “Grasshoppers in agrosystems: pest or food?”, *CAB Reviews. Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* (Wallingford, UK), vol. 6, núm. 017 (2011), pp. 1-9.

igual de grave es que toda la comercialización ocurre de manera irregular y la mayoría de los comerciantes mantiene prácticas poco equitativas con los productores o recolectores de insectos. Esas prácticas, sin duda, necesitan ser normalizadas, sobre todo si se pretende la comercialización masiva, no sólo en México sino para fines de exportación. Por ejemplo, en un estudio se menciona que anualmente, tan sólo en el estado de Hidalgo, los acopiadores llegan a comercializar de forma irregular unas catorce toneladas del gusano rojo de maguey (*Comadia redtenbacheri*), tanto entre restaurantes de alta cocina mexicana como en los mercados o en los bordes de las carreteras.³⁶ Con el gusano blanco o los escamoles ocurre el mismo problema: la demanda actual es tan grande que los acopiadores presionan cada vez más a los recolectores para aumentar la producción. Sin embargo, tales prácticas ocasionan que se reduzcan las poblaciones de estas especies y que eventualmente las pongamos en un riesgo que las lleve a la extinción.³⁷

Un manejo sustentable implica el crecimiento regulado bajo normas políticas y sociales que permitan extraer de manera más eficiente los recursos del planeta. Es necesario entender que cuando hablamos de sustentabilidad nos referimos a la satisfacción de las necesidades de todos los habitantes del planeta, sin comprometer los recursos de las poblaciones futuras, al mismo tiempo que minimizamos, o eliminamos, los problemas ambientales que puede generar la extracción de esos recursos.³⁸

Sin duda la alternativa más viable de manejo sustentable para insectos con pequeños tamaños poblacionales es la implementación de granjas que reduzcan el impacto producido en las poblaciones naturales de estas especies.³⁹ Al cultivar insectos en un ambiente controlado y confinado podemos asegurar la calidad del producto garantizando sobre todo la inocuidad durante su consumo.

La implementación de granjas en otras partes del mundo ya es una realidad y en algunos casos su producción es industrial. En Estados Unidos, por ejemplo, la empresa Aspire Food Group (2016)

³⁶ Carlos Manuel Zárate Sánchez, *Análisis in vitro de la respuesta de las larvas de Comadia redtenbacheri en relación a las condiciones de alimentación para su cultivo sustentable*, México, UNAM, 2018, tesis de licenciatura.

³⁷ Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino y Mariángela Conconi, “Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México”, *Folia Entomológica Mexicana* (SME), núm. 45 (2006), pp. 291-318.

³⁸ CMMAD, “Informe Brundtland”, en DE: <<http://es.scribd.com/doc/10530534/ONU-informe-Brundtland-ago-1987>>. Consultada el 10-x-2015.

³⁹ Ramos-Elorduy, Pino y Conconi, “Ausencia de una reglamentación” [n. 37].

produce toneladas del grillo común (*Acheta domesticus*); Next Millennium Farms en Ontario, Canadá (2017) produce harina de grillo común y harina de larva del coleóptero (*Tenebrio molitor*); por su parte, en Holanda, la empresa Proti Farm (2017) produce también harinas de estas especies.

Es claro que la forma de extracción, producción y consumo de los insectos en México tiene que modificarse antes de su industrialización. La industrialización de un producto con un fuerte arraigo cultural tiene que hacerse no sólo visualizando las ganancias económicas que se puedan tener, además de eso hay que evitar que esta nueva actividad pueda erosionar las tradiciones que tienen las comunidades con estos insectos y que el deterioro ambiental sea mínimo durante su producción.

*Problemas sociales subyacentes
a la extracción irregular de insectos*

LA actividad de extracción de insectos para consumo humano no es ajena a todos los problemas sociales que rodean a la comunidad que la realiza. Como la actividad genera una mejora en la situación económica de las familias, en muchas ocasiones esto potencializa esos problemas de índole social: el alcoholismo, la drogadicción, la violencia de género, la explotación infantil, que se exacerban cuando hay más recursos económicos, pero esta mejora económica no está ligada a una mayor educación, sobre todo de tipo socio-cultural. En las comunidades donde existe esta actividad, por ejemplo, en el valle de Puebla-Tlaxcala donde se colecta la mayoría del chapulín que se comercializa en el país, las familias obtienen una remuneración extra a sus actividades cotidianas: el trabajo en el campo, en la fabricación de tabiques para la construcción y otras ocupaciones eventuales poco remuneradas. La temporada de colecta para estas familias comienza en mayo y termina en octubre/noviembre y en estos meses el ingreso económico es mayor en comparación con los meses restantes. Lamentablemente este aumento del ingreso no se ve reflejado directamente en el bienestar de la familia, porque como el jefe de la casa es el que comercializa el producto, el dinero también es administrado por él, lo que al final se traduce en que parte del esfuerzo de todos se destine a la compra de alcohol, droga o gastos vinculados con prostitución. Aunque son los hombres quienes colectan el insecto, el trabajo posterior es de tipo familiar porque las mujeres y los niños también

participan en esa actividad lavando, seleccionando, preparando y empacando el producto, pero muchas veces no son remunerados por el trabajo realizado.

Como parte de una política pública se tendría que contemplar, sin duda, que para regularizar esa actividad en términos legislativos también tendrían que ponerse en marcha programas que minimicen los problemas vinculados con la inequidad laboral y de género, además de los problemas sociales ya mencionados. Por ejemplo, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) en su programa de 2012 para “Cooperativas campesinas y seguridad alimentaria: un modelo vigente”, se propone la implementación de un sistema cooperativista que promueva la inclusión y la equidad social en América Latina. Este programa enfatiza la idea de empoderar a las mujeres para que lleven a cabo actividades productivas en beneficio de sus familias. En Latinoamérica la misión es lograr una máxima participación de las mujeres productoras del campo en asuntos socioeconómicos de sus respectivas regiones. El desarrollo de un liderazgo y la capacidad de incidir en políticas económicas es un reto que tendrá que implementarse en el caso de esta nueva actividad humana: la extracción y comercialización de los insectos comestibles. En México ésta presenta retos tan grandes que, si se lleva a cabo de manera equitativa en todos los sentidos, puede ser un buen modelo para acciones futuras.

Conclusión

EL manejo del capital agroalimentario en México tiene que ser prioridad para su gobierno, la implementación de políticas públicas integrales no debe aplazarse. Los insectos comestibles, tanto los que son problemas de plagas en agrosistemas como los muy poco abundantes, tienen que ser producidos de manera sustentable desde una visión económica, social y ambiental. Para lograrlo, la aplicación de planes usando los conceptos de los SIAL y el modelo de negocios sustentable pueden ser clave para construir una empresa equitativa. Un caso que puede ser referente para proponer este tipo de modelo es la extracción, elaboración y consumo sustentable del insecto que, absurdamente, en la actualidad consideramos una plaga, pero que desde tiempos prehispánicos ha sido una de las fuentes proteínicas de la población mesoamericana, el chapulín de milpa, *Sphenarium purpurascens*. Los gobiernos estatales

de Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo, Querétaro, Estado de México, entre otros, deberían darse cuenta que anualmente están desperdiciando un alimento de gran valor y que además si se regula adecuadamente, tal aprovechamiento puede ser una fuente de trabajo y, al final, de divisas, que puede verse reflejado en el bienestar de las comunidades.

RESUMEN

Desde una visión biológica y social se documenta el consumo de insectos en México. Los trabajos actuales indican que los insectos, sobre todo los chapulines que invaden cada año los agrosistemas, pueden ser aprovechados de manera sostenida por las poblaciones humanas. Estas nuevas prácticas sociales promoverán y reanudarán muchas otras que servirán para fomentar la identidad de los pueblos de México.

Palabras clave: plaga, chapulines/fuente proteínica, modelo de negocios sustentable.

ABSTRACT

Documentation of insect consumption in Mexico from a biological and social standpoint. Current research shows that insects, particularly grasshoppers—which infest agrosystems every year—, can be sustainably exploited by human populations. These new social practices will both encourage and revitalize many others, strengthening the identity of Mexican peoples.

Key words: infestations, grasshoppers/source of protein, sustainable business model.