



Ensayo (Essay)

LA RIQUEZA BIOLÓGICA DE LOS INSECTOS: ANÁLISIS DE SU IMPORTANCIA MULTIDIMENSIONAL

INSECTS BIOLOGICAL RICHNESS: ANALYSIS OF THEIR MULTIDIMENSIONAL IMPORTANCE

RAFAEL GUZMÁN-MENDOZA,^{1,*} JOSEFINA CALZONTZI-MARÍN,² MANUEL DARÍO SALAS-ARAIZA¹ Y ROSARIO MARTÍNEZ-YÁÑEZ³

¹ Cuerpo Académico de Protección Vegetal (UGTO-CA-81). Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Gto. CP 36821, México.

² Maestra en Agroindustria rural desarrollo territorial y turismo agroalimentario. Localidad Guarda de la Lagunita S/N, San José del Rincón, México. CP 50680.

³ Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, Irapuato, Gto. CP 36821, México.

* Autor de correspondencia: <rgzmz@yahoo.com.mx>

Recibido: 17/11/2015; aceptado: 09/08/2016

Editor responsable: Pedro Reyes Castillo

Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 32(3), 370-379.

Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). Insects biological richness: analysis of their multidimensional importance. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 32(3), 370-379.

RESUMEN. Los insectos han sido un elemento importante no sólo por su función en los ecosistemas terrestres, sino también por su influencia en las sociedades humanas. Desde los albores de la humanidad estos organismos han sido parte de la alimentación, la salud, la cultura y de los agroecosistemas no sólo como competidores, sino también como elementos pronosticadores y promotores de servicios ecosistémicos. Dado el creciente interés en la restauración ecológica y en modelos de desarrollo sustentables como la agroecología, los insectos se posicionan como un excelente punto de partida para desarrollar propuestas de desarrollo acordes con las necesidades de la sociedad actual. En el presente trabajo se exploran las virtudes que hacen de los insectos un sistema importante de conocimientos, que va de lo natural y productivo, hasta lo social y cultural, que necesariamente requiere de aproximaciones transdisciplinarias capaces de abordar dicha complejidad y que pueden ser fundamentales para el desarrollo rural desde la perspectiva agroecológica.

Palabras clave: etnobiología, entomofagia, agroecología, transdisciplinariedad.

ABSTRACT. The insects have been an important element not merely by their role in the terrestrial ecosystems, but likewise by their influence on human societies. Since the origins of human kind these organisms have been part of food, health, culture and agroecosystems where they have been not only competitors but also forecasters and carriers of ecosystem services. Due to great interest in the ecological restoration and models of sustainable development, such as the Agroecology, the insects are positioned as an excellent starting point for making development proposals that are consistent with the necessities of the modern society. The virtues that make insects an important knowledge system are discussed here. This scheme goes from natural and productive themes until social and cultural aspects that necessarily required transdisciplinary approaches in order to address this complexity, and they must be an important part for rural development from agroecology perspective.

Key words: ethnobiology, entomophagy, agroecology, transdisciplinarity

INTRODUCCIÓN

México como el resto del mundo experimenta serios problemas ambientales, como la deforestación, la pérdida de

biodiversidad, la erosión y los cambios en el uso de suelo, que atentan contra la diversidad de especies, los servicios ecosistémicos y los sistemas de conocimiento tradicional relacionados con la naturaleza. Las predicciones sobre



las tendencias del cambio en la cobertura forestal a nivel nacional, sugieren una disminución constante de los bosques, con una velocidad que no es precisada con exactitud (Velázquez *et al.*, 2002; González-Espinosa *et al.*, 2007). Ante esto, la expansión agrícola ha ejercido un efecto importante sobre el clima, los ciclos del agua, el carbono y el nitrógeno, las emisiones de gases de efecto invernadero y la biodiversidad (Paruelo *et al.*, 2005). Paradójicamente los cultivos representan una serie de servicios ambientales poco evaluados y un sistema de conocimientos tradicionales que promueven la diversidad biológica, repercutiendo desde la diversidad genética hasta la diversidad del paisaje (Moguel & Toledo, 1996). En este sentido, los sistemas tradicionales de agricultura promueven distintas interacciones ecológicas que son vitales para los agroecosistemas, como la polinización, el almacenamiento de carbono, el reciclaje de nutrientes, la regulación de microclimas y de procesos hidrológicos y la regulación de la abundancia de organismos potencialmente dañinos para los cultivos (Altieri 1999; Bengtsson *et al.*, 2005), todo ello embebido en un marco social, cultural y ambiental.

Es así como la multi y transdisciplinariedad surgen como enfoques integradores, dado que la solución a la complejidad de la problemática ambiental, no puede ser abordada sólo por una disciplina científica, por lo que debe haber un enfoque diverso de conocimientos (multidisciplinariedad) que a su vez deben estar articulados donde no exista claridad en las fronteras entre disciplinas (transdisciplinariedad) (Carvajal, 2010). De esta manera, la agroecología va, de reconocer la complejidad (multidisciplina) a trabajar inmersa en la complejidad (transdisciplina) y se convierte en una tendencia que pretende desarrollar agroecosistemas sustentables desde una perspectiva holística, donde existe intercambio de conocimiento y colaboración entre sistemas de conocimiento (Méndez *et al.*, 2013), sobre la base de que la agricultura es un sistema complejo que comprende desde los elementos bióticos y abióticos hasta los sociales y los culturales (Altieri, 2002). Como resultado, la agroecología considera que la producción agrícola es más que una actividad meramente económica y la encamina hacia la sustentabilidad, donde se aprecia una coevolución entre la cultura y el ambiente local de las comunidades rurales (Sevilla, 1991; Gliessman, 2013).

Es en este ámbito donde los insectos y las poblaciones humanas coexisten y establecen una gran variedad de interacciones bióticas, como la competencia, el parasitismo, la salud, la alimentación, la religión, el folklor, entre otras (Altieri, 1991). En el presente ensayo se exploran las vir-

tudes ecológicas y culturales de los insectos y cómo éstas pueden ser útiles para el establecimiento de programas de conservación de los ecosistemas, en un contexto ecológico (especies e interacciones) y socio-cultural (comunidades rurales), que en suma pueden ser entendidos en un contexto agroecológico.

Artrópodos como herramienta de monitoreo

En primer lugar se debe tener en cuenta que en los ecosistemas terrestres, los insectos son el grupo con mayor éxito evolutivo (Purvis & Hector, 2000), principalmente por su abundancia, diversidad y el amplio espectro de hábitats y posiciones funcionales que ocupan (Llorente-Bousquets *et al.*, 1996; Mattoni *et al.*, 2000). Tienen un papel clave en los procesos de fragmentación de la cobertura vegetal, en los ciclos de nutrientes y en la dieta de otros organismos consumidores (Iannaccone & Alvarino, 2006), que junto al alto recambio, las tasas de crecimiento y su distribución microgeográfica, pueden reflejar condiciones de heterogeneidad a escalas muy finas del hábitat donde otros grupos como los vertebrados pueden ser insensibles (Mattoni *et al.*, 2000). Razones por las que se les consideran una herramienta útil para evaluar la efectividad de las estrategias de manejo de los ecosistemas (Malenque *et al.*, 2007) e indicadores de cambios ambientales rápidos. Desde el punto de vista técnico, los insectos pueden ser fáciles y menos costosos de medir que los vertebrados, de manera que métodos pasivos de muestreo permiten capturar grandes cantidades de individuos en cortos periodos y la preparación de los ejemplares implica menor tiempo de lo que se invierte con los vertebrados (Kremen *et al.*, 1993).

Dado el creciente interés en la restauración de ambientes degradados, el monitoreo de la dinámica de los ensambles de las comunidades de insectos, podría proporcionar evidencia convincente para estimar el éxito o el fracaso de cualquier proyecto de restauración (Mattoni *et al.*, 2000). En este sentido, Lomov *et al.*, (2006), mencionan la utilización de mariposas como indicadores ecológicos para evaluar los impactos de la fragmentación, del fuego y de las plantas invasoras; Gove *et al.*, (2009) y Huberty & Denno (2004), encontraron un efecto de las modificaciones del hábitat sobre las comunidades de insectos y Saha *et al.*, (2011), hallaron que ortópteros de la familia Acrididae son afectados por disturbios antropogénicos, asociando su diversidad con ambientes dominados por malezas. En México se han realizado estudios tratando de encon-

trar insectos bioindicadores del impacto del estrés vegetal sobre la diversidad y los aspectos funcionales como la herbivoría, la depredación y el parasitismo. Las hormigas son un grupo prometedor, por ejemplo Chanastásing-Vaca *et al.*, (2011), encontraron que las especies *Solenopsis geminata* Fabricius, 1804 y *Dorymyrmex* sp., son indicadoras de monocultivos, mientras que Guzmán-Mendoza *et al.*, (2014), mostraron que la diversidad de hormigas no necesariamente se asocia con ambientes conservados.

El entendimiento de los patrones estructurales del hábitat y su influencia sobre las comunidades de insectos son fundamentales para el diseño de programas de manejo y conservación. Sin embargo, aún hace falta el uso de insectos con fines de monitoreo y conservación biológica. Una razón puede ser el escaso conocimiento biológico y ecológico que se tiene de algunos grupos, o bien el escaso análisis sobre la práctica y el valor de incluir insectos en estudios de monitoreo (Arcila & Lozano-Zambrano, 2003; Underwood & Fisher, 2006).

El problema de la especie y el vínculo con la comunidad

Intentar reconocer a todas las especies que habitan el planeta, ha sido una tarea costosa en términos de tiempo, de recursos humanos y materiales (Martín-Piera, 2000), aunado al hecho de que para algunos grupos como los insectos, se estiman entre 5 y 10 millones de especies (Ødegaard, 2000).

El concepto mismo de especie ha sido difícil de consensuar por distintos factores como la variabilidad genética, fenotípica y de hábitats que una misma especie puede presentar (Guzmán-Mendoza, 2010), en particular los insectos tienen un ciclo de vida complejo, que les facilita ocupar distintos nichos y hábitats a lo largo de su vida (Schowalter, 2000) y por último, la acelerada velocidad de extinción que amenaza aproximadamente al 75% de toda la vida en la tierra (Derraik *et al.*, 2002).

Por tal razón, se ha considerado a las morfoespecies como una herramienta importante para obtener mediciones rápidas sobre el estado de la diversidad en ambientes conservados o no. A pesar del hecho de que los resultados de este tipo de evaluaciones deben ser tomados con cautela, porque la diversidad específica puede ser sobre o subestimada por no identificar claramente las diferencias intraespecíficas; se han encontrado estudios con alto grado de confiabilidad para trabajar con morfoespecies (Oliver & Beattie, 1995). Este enfoque disminuye las limitantes

taxonómicas y logísticas observadas en los tratamientos taxonómicos convencionales, como la identificación de especies que para algunos grupos, la taxonomía está incompleta y con escasas colectas (Ríos-Casanova *et al.*, 2010; Llorente-Bousquets *et al.*, 1996). Además, se reporta la urgencia por la evaluación de los cambios en la diversidad, debidos a la rápida modificación de los ecosistemas (Mace & Baillie, 2007), por lo que la utilización de morfoespecies, puede ser una herramienta útil de evaluación, que favorece la participación de personas no especializadas, pero que han sido capacitadas por taxónomos profesionales (Oliver & Beattie, 1995) y que tienen la ventaja de vivir en zonas rurales cercanas o inmersas en las áreas de estudio. Ello implica la aplicación de metodologías interdisciplinarias que tiendan a resolver la complejidad del problema del impacto ambiental generado por las actividades humanas (Wolverton, 2013), por lo que enfoques integradores son importantes para que articulen e integren el conocimiento formal (originado a partir de la ciencia) y el local de los habitantes nativos de una región (Guimarães & Mourão, 2006).

Insectos-sociedad una relación milenaria

Desde los albores de la especie humana, los insectos han sido considerados un elemento importante del ambiente, que ha generado un impacto significativo en la vida social de la humanidad y que se refleja en la literatura, la tradición oral, la medicina, el arte, el alimento, la religión y la mitología (Abreu & Corette, 2010). Pinturas rupestres del paleolítico de España, ilustran cómo las abejas fueron apreciadas por su miel, como fuente de alimento y deleite (Bellés, 1997); en Mesoamérica los grupos indígenas lograron domesticar a estos insectos y utilizaron la miel y la cera no sólo como alimento sino también en la medicina y en rituales (Cano-Contreras *et al.*, 2013), como en el caso particular de las abejas sin aguijón que han sido utilizadas por los pueblos indígenas de Mesoamérica, donde los mayas son quienes han alcanzado el máximo desarrollo en la domesticación de éste insecto, además la miel no es sólo consumida, sino también utilizada en festividades religiosas (Márquez, 1994) y la producción de miel con esta especie, es una fuente importante de ingresos para las comunidades campesinas e indígenas (Quezada-Euán *et al.*, 2001).

Vestigios arqueológicos sugieren que otros insectos fueron objetos de culto y usados como protección al representarlos como amuletos en representaciones talladas



en hueso (Bellés, 1997); antiguas culturas como la griega, personificaron la fiereza y la agilidad de las avispas en sus guerreros. En la actualidad, algunos grupos como las mariposas, son considerados una representación de las almas de los muertos (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2011) y las libélulas son consideradas en Tahití, mensajeras de los dioses o bien relacionadas con la maldad y el demonio (Lara-Vázquez & Villeda-Callejas, 2002). Entre los Mazahuas del centro de México, a estos organismos se les considera mediadores entre el mundo terrenal y sobrenatural, mensajeros a los que se les encargan favores, como pedir a Dios Padre, que mande agua (Aldasoro, 2009); pero también como señales de malos presagios, como el ortóptero Tettigoniidae que en Chipas, lo asocian con cosas malas que le sucederán a la gente que los ve (López *et al.*, 2015). Los insectos entre el bien y el mal, han sido, por mucho tiempo, parte fundamental de las representaciones internas de las poblaciones humanas y de aspectos inmediatos como la alimentación y la salud.

Los insectos, una fuente vital de alimentación

El uso de los insectos como fuente de alimento, está ligado a la presencia y a la abundancia de estos animales y a diversos aspectos culturales; en Brasil se han identificado 95 especies de 135 morfos, como alimenticias (Costa-Neto & Ramos-Elorduy, 2006) y en México, 504 especies son utilizadas como complemento alimenticio y una fuente de proteínas (Koga *et al.*, 1999; Ramos-Elorduy *et al.*, 2006). Sin embargo, conocer el número de especies de insectos comestibles es una tarea ardua y complicada (Huis *et al.*, 2013), de hecho en México hacen falta muestreos en muchas localidades por lo que el registro científico de las especies cambia constantemente; incluso el papel funcional antrópico y ecológico de los insectos tiene distintas apreciaciones, Coimbra (2012), encontró que larvas de *Lusura* sp. (Curculionidae), desde el punto de vista agronómico son plagas importantes que atacan especies comerciales de palmas y cocos, pero que para los Suruí de la amazonia, constituyen un alimento extremadamente valioso. Por otro lado, el ciclo de vida que tienen los insectos les permite desempeñar nichos ecológicos diferentes, por lo que el conocimiento de este rasgo biológico para este tipo de organismos, es importante para el desarrollo de métodos de control de plagas agrícolas (Aragón *et al.*, 2005).

La entomofagia es un hábito extendido alrededor del mundo con beneficios para quienes la practican, pues

los insectos constituyen buenas alternativas nutritivas en comparación a las fuentes proteicas convencionales como la carne de cerdo, pollo, res y pescado (Huis *et al.*, 2013). Juárez *et al.*, (2012), reportan que los insectos comestibles son un alimento rico en proteínas, grasas, minerales y fibra cruda, lo que los convierte en una opción ante la homogenización de la dieta a nivel mundial; de acuerdo con Ramos-Elorduy & Viejo (2007), el porcentaje de proteína de los insectos comestibles reconocidos para México, se encuentra por arriba de los alimentos convencionales como pollo, huevo, res, frijol, lenteja, entre otros.

Para algunas especies se ha reportado que su consumo, además de su valor nutricional, está asociado a la salud, por ejemplo, en Nigeria el consumo de la termita *Macrotermes nigeriense* Sjostedt durante el embarazo, beneficia a las mujeres; mientras que el consumo de la hormiga *Polyrhachis vicina* Roger, 1863 se asocia al alivio de enfermedades (Costa *et al.*, 2006). Lo anterior sugiere un conocimiento diferido en torno al uso de las especies, inclusive una misma especie puede ser o no utilizada por poblaciones humanas presentes en una misma región independientemente de su abundancia, por ejemplo la hormiga *Liometopum apiculatum* (Mayr), tiene una amplia distribución en la zona central de México y es una especie relativamente abundante, pero no en todas las poblaciones humanas se consume a pesar de sus virtudes gastronómicas (Lara-Juaréz *et al.*, 2015). Aunque es difícil precisar las razones subyacentes a esto, el uso de ciertas especies puede medirse a través del cálculo de índices cualitativos de importancia relativa basados en la frecuencia de uso de una especie en particular; el que una especie presente mayor consenso, sugiere que ya fue sometida a una selección a través del tiempo, por ensayo y error, por lo tanto, la probabilidad de que sea efectiva es mayor (Friedman *et al.*, 1986).

De esta forma los insectos comestibles, no sólo son capaces de satisfacer las demandas energéticas de las poblaciones humanas, sino también en aspectos importantes como la salud, pero aún más, el cultivo de insectos con fines alimenticios se puede colocar como una alternativa útil para el futuro próximo, ya sea para los exploradores del espacio (Sancho *et al.*, 2015), o como para solucionar el problema de la alimentación (Huis, 2013), sobre todo en lugares donde la deforestación y la fragmentación de los paisajes promueven que los asentamientos humanos, vean su forma de vida precaria y que por lo general, son zonas rurales de alta marginación, donde el uso de los recursos naturales ha sido inadecuado (Gama *et al.*, 2003),

con un evidente empobrecimiento biológico, cuyas consecuencias son poco conocidas.

Uso medicinal de los insectos en las culturas originarias

Los insectos como las plantas han sido utilizados desde la antigüedad por sus propiedades medicinales en muchas culturas (Costa *et al.*, 2006). Serrano-González *et al.*, (2013) hacen una revisión de códigos prehispánicos y reportan 10 especies que curan 16 enfermedades, entre las que se pueden mencionar el dolor del cuerpo, tumores, heridas, postemas, estrés, caída del cabello, entre otras. De la misma forma desde hace mucho tiempo en la India y África, se han utilizado hormigas de los géneros *Atta* y *Camponotus* para suturar heridas (Vantomme, 2010). En el sureste mexicano, los Tsotsiles, pasan tres libélulas por la boca de los niños cuando tienen problemas bucales, como babeo excesivo (Lara-Vázquez & Villeda-Callejas, 2002), de acuerdo con Cahuich-Campos (2013), la práctica de usar insectos para remedios está muy arraigada en la historia del pueblo maya como lo muestran los escritos encontrados en el Chilam Balam, en este sentido De la Cruz *et al.*, (2015), reporta cinco especies (no todas identificadas) con uso medicinal para los mayas de las tierras altas de Chiapas. Lo mismo puede estar ocurriendo en otras partes de México, donde el uso de los insectos con fines medicinales tiene un fuerte arraigo histórico, producto del conocimiento sistematizado de la biología de estos organismos que ha generado un gran impacto cultural (Serrano-González *et al.*, 2013), mismo que se percibe en la actualidad en distintas culturas, por ejemplo, en comunidades Mazahuas, Aldasoro (2009), encontró que coleópteros como *Eleodes* sp., y *Meloe* sp., y otras especies no identificadas de himenópteros, dípteros y ortópteros, se ocupan para aliviar dolencias somáticas (como diarrea, dolor de pecho, dolor de dientes, etc.), y culturales como, el mal de ojo. Mientras que en Oaxaca, Chiapas y Veracruz el uso de la miel se destina para tratamientos contra el asma, oftalmológicos y como té mezclada con hierbas para acelerar el parto (Ramos-Elorduy *et al.*, 2009).

Mucho de este conocimiento es susceptible de ser aprovechado en beneficio de las comunidades rurales, campesinas e indígenas y de la sociedad en general, al coadyuvar en la investigación farmacéutica (Costa *et al.*, 2006), ya que su importancia médica no se encuentra limitada a los remedios ni al papel místico y mágico que rodea a las enfermedades, por el contrario, se ha comprobado

la existencia de propiedades analgésicas, antibacteriales, diuréticas, anestésicas, entre otras, contenidas en los cuerpos de los insectos (Costa-Neto, 2005). En este sentido, se ha sugerido que la ausencia de linfocitos y de anticuerpos específicos en los insectos, indica que el sistema inmune de estos organismos es tan efectivo, que puede ser la clave para solucionar problemas de bacterias resistentes a antibióticos, VIH y cáncer (Ratcliffe *et al.*, 2011).

Si bien los insectos son útiles para la salud humana, también son agentes importantes como vectores de enfermedades, como la enfermedad del chagas que es causada por un protozoo que se encuentra hospedado en insectos hematófagos de la familia Reduviidae (Mundaray *et al.*, 2013), donde desafortunadamente no hay datos epidemiológicos sobre la mortalidad en México (Ramsey *et al.*, 2003) y diversos estudios sugieren que hay distintos grados de conocimiento sobre los síntomas y la prevención en las poblaciones rurales ubicadas en zonas de riesgo (Sanmartino & Crocco, 2000; Verdú & Ruiz, 2003), donde México no es la excepción (Gamboa-León *et al.*, 2015). Otras especies de insectos son también transmisores de patógenos peligrosos como el virus del dengue que es transportado por dos especies de mosquitos: *Aedes aegypti* (Lineo, 1762) y *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), que de acuerdo con Ibañez-Bernal y Gómez-Dantés (1995) esta última especie tiene el potencial de llegar a México, con registros incipientes desde 1995.

Los insectos en los agroecosistemas

Las interacciones biológicas que establecen los insectos con otros organismos, no han pasado desapercibidas para la humanidad, de hecho tampoco los efectos secundarios ocasionados por sus actividades. Ha sido observado, por ejemplo, que algunas hormigas enriquecen las propiedades físicas y químicas del suelo en cultivos, por el sólo hecho conductual de construir nidos subterráneos (Fortanelli & Servín, 2002). Los escarabajos coprófagos, enriquecen los horizontes edáficos lo que estimula la actividad de otros invertebrados importantes como los colémbolos y ácaros; además, incrementan la relación bacterias-hifas, lo que favorece el desarrollo de bacterias amoniacales que aceleran el reciclaje de la materia fecal y la circulación del nitrógeno (Lamuret & Martínez, 2005).

Las estrategias de control biológico y el control biológico en su esencia, surgieron a partir de la dinámica poblacional entre insectos depredadores e insectos presas que covarían en el tiempo, además del hecho de que algu-



nos depredadores son específicos en cuanto a su preferencia alimenticia.

Cultivos de importancia no sólo alimentaria sino también económica, dependen en gran medida de los polinizadores, como es el caso del aguacate y la vainilla, entre otros. Sin embargo, los insectos no sólo tienen efectos positivos sobre los cultivos, también pueden dañar significativamente la producción al convertirse sus poblaciones en plaga. En este sentido, el escarabajo *Macrodactylus nigripes* Bates, 1887, por ejemplo, tiene la capacidad de disminuir hasta en un 70% la producción de una milpa, cuando se convierte en plaga (Hernández & Trujillo, 1982), ejemplos similares se pueden encontrar en una gran cantidad de especies de insectos plaga, como con el complejo gallina ciega, que es capaz de causar daños económicos importantes a una gran variedad de cultivos en México (Ramírez-Salinas & Castro-Ramírez, 2000), en algunos casos, la presencia de estos insectos incide en una pérdida de rendimiento que oscila entre el 20 y el 70% como en cultivos de caña de azúcar (Moron *et al.*, 1996) y los costos para el control de los insectos plaga, pueden llegar a ser muy costos. Zalucki *et al.*, (2012) señalan que rutinariamente a nivel mundial se destina 1 billón de dólares en controlar a la polilla de la col *Plutella xilostella* L., pero que los costos pueden aumentar si se suman los daños residuales que esta plaga causa a los cultivos. No obstante, a pesar de que se asocian pérdidas económicas por el ataque de plagas a los cultivos, en México la información está dispersa y no es clara en relación a la riqueza e identidad de las especies, además de considerar que muchas veces las plagas se originan por especies invasoras.

Sin embargo, los campesinos no han dejado de lado el papel que los insectos desempeñan en los sistemas agrícolas, los Tlapanecos de Guerrero basan su calendario de siembra en la conducta que tienen distintas especies de hormigas, como medios para pronosticar lluvias (Pacheco *et al.*, 2004), y los odonatos en grandes congregaciones indican la llegada de las lluvias en la India o el cambio de las estaciones en algunas partes de México (Lara-Vázquez & Villeda-Callejas, 2002). Guimarães & Mourão (2006), mencionan que muchos campesinos indígenas en distintas partes del mundo, han desarrollado estrategias de control de plagas a través del uso de los recursos naturales y del manejo de sus agroecosistemas como la tolerancia de plantas repelentes, rotación de cultivos y cultivos mixtos, por lo que el incremento de la biodiversidad y la heterogeneidad ambiental dentro de los sistemas de producción agrícola, favorecen las interacciones ecológicas, lo que es importante para el control de organismos patógenos e

inclusive para la producción, Cerna *et al.*, (2015), han encontrado efectos significativos de la polinización sobre variables agronómicas del cultivo de jitomate, donde no todas las especies de insectos polinizadores ejercieron el mismo efecto, lo importante es que de las cuatro especies evaluadas hay una nativa de México (*Bombus ephippiatus* Say, 1837) con uso potencial para este tipo de cultivos en condiciones de agricultura protegida. La tolerancia de plantas arvenses, típica de sistemas de cultivo tradicional comúnmente llamadas milpas, puede incrementar significativamente la abundancia de polinizadores, sobre todo si se toma en cuenta la identidad de las arvenses toleradas puesto que no todas ejercen el mismo efecto (Aparicio *et al.*, 2003).

La restauración de los ecosistemas es un problema complejo porque no sólo implica los aspectos naturales sino también humanos, por lo que necesita ser abordado desde una perspectiva integral, tal como lo demandan las nuevas tendencias de la sociedad moderna (De la Cruz-Flores & Abreau-Hernández, 2008). En este sentido, la interacción insectos-sociedad, ofrece un campo promotor donde la conservación y el uso de la naturaleza se encuentran en un marco social, que ha sido ampliamente reconocido como la piedra angular de la sustentabilidad (Guimarães, 1994; Foladori & Tommasino, 2000), y dado que la mayor parte de la diversidad biológica está en zonas rurales e indígenas, el trabajo con estas poblaciones humanas, puede derivar en proyectos integradores con enfoque agroecológico que poco se han realizado en México y que son vitales por su consideración como país megadiverso y con amplia diversidad cultural (Toledo *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

La pérdida de biodiversidad es un problema grave que atenta al final con la estabilidad de las civilizaciones y de la especie humana, a lo largo de la historia es posible encontrar ejemplos donde el uso no planificado de los recursos naturales ha causado el colapso de pueblos enteros. Reconocer que los insectos son una herramienta adecuada de monitoreo ambiental puede ayudar a evaluar de manera integral un problema complejo donde una disciplina científica es insuficiente. En el presente trabajo se ha discutido que a través de los insectos es posible realizar actividades de investigación en torno a la evaluación de la conservación y/o deterioro de los ambientes naturales, considerando la diversidad y riqueza taxonómica.

Sin embargo, es necesario explorar enfoques alternativos como la diversidad funcional y la ayuda de personas capacitadas por taxónomos profesionales, que pueden ser los propietarios y/o habitantes de las zonas rurales expuestas a procesos de deterioro ambiental; con ello es posible acelerar la generación de conocimientos para entender los procesos y las consecuencias de la pérdida de biodiversidad y al descubrimiento de nuevas especies, además de abrir una senda hacia los métodos de investigación multi y transdisciplinarios que se sugieren como alternativas de solución a los problemas de la sociedad actual. De esta manera, los insectos son el punto de encuentro entre los científicos y los pueblos que componen la sociedad a la que la ciencia se debe.

Lo anterior se refuerza, dado que las comunidades campesinas e indígenas, han estado en contacto directo con la naturaleza por mucho tiempo, por lo que han construido una compleja red de conocimientos y significados entorno a los elementos que la componen, en los sistemas agrícolas los seres humanos y los insectos han encontrado un espacio de interacción multifactorial que va desde las interacciones puramente ecológicas hasta las culturales. El desarrollo de líneas de investigación en torno al uso adecuado y a potenciar los beneficios que los insectos ofrecen a la sociedad (religión, salud, alimento, biocontrol, bioindicadores, etc.) debe ir no sólo en entender los mecanismos intrínsecos asociados al conocimiento tradicional, agroecológico, de conservación, medicina, alimentación, etc., sino también acompañados de políticas públicas que a nivel nacional e internacional protejan el patrimonio biocultural de los pueblos. De esta manera, estos procesos de investigación multi y transdisciplinaria se encaminarían hacia la sustentabilidad y la participación social, mecanismos fundamentales de la agroecología.

LITERATURA CITADA

- Abreu, V., L. C., & Corette P., M. (2010). Pest control methods used by riverine from Rio Vermelho community, south of Mato Grosso state, Brazil. *Revista Biodiversidade*, 9 (1), 4-14
- Aldasoro, M. (2009). Etnoentomología, pp. 299-304. In: G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado, J. E. San Román. (Eds.). *La Diversidad Biológica del Estado de México: estudio de estado*. Colección Mayor, Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente. México.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables, pp. 27-34. In: S. J. Sarandón (Ed.). *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. Buenos Aires, Argentina.
- Altieri, M. (1999). The ecological roll of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 74, 19-31
- Altieri, M. A. (1991). ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?. *Revista de Clades*, Num. Esp. 1. <http://www.clades.cl/revistas/1/rev1art2.htm>. Acceso octubre 2012.
- Aparicio S., M., Castro-Ramírez, A. E., León C., J. L., & Ishiki I., M. (2003). Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), 70, 65-73
- Aragón G., A., Morón, M. A., López-Olguín, J. F., & Cervantes-Peredo, L. M. (2005). Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 21(2), 87-99
- Arcila, C. A. M., & Lozano-Zambrano, F. H. (2003). Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo, pp. 159-166. In: F. Fernández (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A.-C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261-269
- Bellés, X. (1997). Los insectos y el hombre prehistórico. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 319-325
- Cahuich-Campos, D. (2013). Los artrópodos utilizados en la medicina tradicional Maya mencionados en los libros de Chilam Balam de Chan Cah, Tekax y Nah e Ixil. *Etnobiología*, 11 (2), 19-23.
- Cano-Contreras, E. J., Martínez M., C., & Balboa A., C. C. (2013). La abeja de monte (Insecta: Apidae, Meliponini) de los choles de Tacotalpa, Tabasco: conocimiento local, presente y futuro. *Etnobiología*, 11(2), 47-57.
- Carvajal E., Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*, 31, 156-169.
- Cerna C., E., Lara S., E. D., Ochoa F., Y., Hernández B., O., Aguirre U., L.A., Landeros F., J., & Flores C., R. (2015). Comparación de cuatro especies entomófilas sobre parámetros agronómicos del fruto de tomate de invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11, 2241-2246
- Chanastasing-Vaca, C. I., Huerta L., E., Rojas F., P., Ponce-Mendoza, A., Mendoza V., J., Morón R., A., Van der Wal, H., & Dzib-Castillo, B. B. (2011). Efectos del uso de suelo en las hormigas (Formicidae: Hymenoptera) de Tikinmul, Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 27 (2), 441-461.
- Coimbra Jr, C. E. (2012). Defoliator pest to caboclos and gourmet food to the Suruí Indians: contrasting Amazonian perspectives of *Lusura* sp. caterpillars. *Ethnobiology Letters*, 3, 56-60.
- Costa N., E. M., Ramos-Elorduy, J., & Pino, J. M. (2006). Los insectos medicinales de Brasil: primeros resultados. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 395-414.
- Costa-Neto, E. M. (2005). Entomotherapy, or the medicinal use of insects. *Journal of Ethnobiology* 25(1), 93-114.
- Costa-Neto, E., & Ramos-Elorduy, J. (2006). Los Insectos Comestibles de Brasil: Etnicidad, Diversidad e Importancia en la Alimentación. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 423-442.
- De la Cruz-Flores, G., & Abreu-Hernández, L. F. (2008). Tutoría en la educación superior: transitando desde las aulas hacia la so-



- ciudad del conocimiento. *Revista de la Educación Superior*, 17, 107-124.
- De la Cruz L., E., Gómez y G., B., Sánchez C., M. S., Junghans, C., & Martínez J., L. V.** (2015). Insectos útiles entre los tsotsiles del Municipio de San Andrés Larraínzar, Chiapas, México. *Etnobiología*, 13(2), 72-84
- Derraik J., G. B., Closs, G. P., Dickinson K. J. M., Sirvid, P., Barrat, B. I. P., & Patrick, B. H.** (2002). Arthropod morphospecies versus taxonomic species: a case study with Araneae, Coleoptera and Lepidoptera. *Conservation Biology*, 16, 1015-1023
- Foladori, G., & Tommasino, H.** (2000). El concepto de desarrollo sustentable, treinta años después. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 1, 41-56
- Fortanelli, M. J., & Servín M., M. E.** (2002). Desechos de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), un abono orgánico para la producción hortícola. *Terra Latinoamericana*, 20, 153-160.
- Friedman, J., Yani, Z., Dafni, A., & Palewitch, D.** (1986). A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev Desert, Israel. *Journal of Ethnopharmacology*, 16(2), 275-287.
- Gama, L., Chiappy-Jhones, C. J., & Monsalvo, M. J. L.** (2003). La vegetación de Coetzala, Veracruz y su estado de conservación. *Universidad y Ciencia*, 19, 71-76
- Gamboa-León, R., Meza-González, G., Tangoa-Villacorta, A., Suárez-Rodríguez, C. P., Collí-Balam, F., Rivero-Góngora, A., & Cámara-Mejía, J.** (2015). Aproximación y difusión de la Enfermedad de Chagas en dos comunidades de México por medio de colecciones entomológicas creadas con los estudiantes de primaria. *Revista de Educación en Biología*, 18(1), 79-87.
- Gliessman, S. R.** (2013). Agroecología: Plantando las raíces de la resistencia. *Agroecología*, 8(2), 19-26
- González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A., Holtz, S. C., Rey-Benayas, J. M., & Parra-Vázquez, M. R.** (2007). Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: modelos ecológicos y estrategias de acción. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80, 11-23.
- Gove, A. D., Majer, J. D. & Rico-Gray, V.** (2009). Ant assemblages in isolated trees are more sensitive to species loss and replacement than their woodland counterparts. *Basic and Applied Ecology*, 10, 187-195.
- Guimarães, R. P.** (1994). Desarrollo sustentable: ¿propuesta alternativa o propuesta neoliberal?. *Revista Eure*, 61, 41-56
- Guimarães, A. de S., & Mourão, J. da S.** (2006). Management of plant species for controlling pest by peasant farmers at Lagoa Seca, Paraíba state, Brazil: an ethnoecological approach. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2, 42 doi:10.1186/1746-4269-2-42
- Guzmán-Mendoza, R.** (2010). El enigma de la biodiversidad y los bichos en el jardín. *Contactos*, 75, 64-68
- Guzmán-Mendoza, R., Alejandro G. S., & Patrick, G. A.** (2011). Assessment of the status of traditional knowledge associated to natural resources in San Miguel Tenochtitlan, a Mazahua community in the State of Mexico, pp. 165-176. In: M. Skoczek (Ed.). *Mazahua region in Mexico: Towards new indigenous rurality*. University of Warsaw Faculty of Geography and Regional Studies. Warszawa.
- Guzmán-Mendoza, R., Zavala-Hurtado, J. A., Castaño-Meneses, G. & León-Cortés, J. L.** (2014). Comparación de la mirmeco-fauna en un gradiente de reforestación en bosques templados del centro occidente de México. *Madera y Bosques*, 20(1), 71-83
- Hernández, C. R., & Trujillo, J.** (1982). Pérdida en el maíz mediante daños: inducido, simulado y natural de *Macrodactylus* spp. En Tlaxcala. *Folia Entomológica Mexicana*, 54, 59-60.
- Huberty, A. F., & Denno, R. F.** (2004). Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecology*, 85, 1383-1398
- Huis, V. A.** (2013) Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58, 563-583
- Huis, V. A., Itterbeeck, V. J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P.** (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 187 pp.
- Iannaccone, J., & Alvarino, L.** (2006). Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junin Peru. *Ecología Aplicada*, 5, 171-174
- Ibañez-Bernal, S., & Gómez-Dantes, H.** (1995). Los vectores del dengue en México: una revisión crítica. Salud Pública de México, 37. Disponible en: <http://saludpublica.mx/insp/index.php/spm/article/view/4564/5018>. Acceso mayo 2016
- Juárez O., A. J., Ramos-Elorduy, J., & Pino M. J. M.** (2012). Insectos comestibles en algunas localidades en la región centro del Estado de México: técnicas de recolección, venta y preparación. *Dugesiana*, 9(2), 123-133.
- Koga, R., García, F., Carcelén, F., & Arbaiza, T.** 1999. Valor nutricional del *Gryllus peruviansis* (Orthoptera: Gryllidae). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 10: Internet: http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bvrevistas/veterinaria/v10_n1/indice.htm. Acceso julio 2011.
- Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. F., & Sanjayan, M. A.** (1993). Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7: 796-808
- Lamuret, J. P. & Martínez M. I.** (2005). El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 21, 137-148.
- Lara-Juárez, P., Aguirre R., J. R., Castillo L., P., & Reyes A., J. A.** (2015). Biología y aprovechamiento de la hormiga de escamoles, *Liometopum apiculatum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 31(2), 251-264
- Lara-Vázquez, J. Á. & Villeda-Callejas, M. P.** (2002). Odonatos en la manifestación cultural de los pueblos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8, 119-124
- Llorente-Bousquets, J., González S., E., García-Aldrete, A. N., & Cordero, C.** (1996). Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México, pp. 3-14. In: J. Llorente B., A.N. García A., E. González S. (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. CONABIO-UNAM, México.
- Lomov, B., Keith, D. A., Britton, D. R., & Hochuli, D. F.** (2006). Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland plain woodland. *Ecological Management & Restoration*, 7, 20-210

- López de la C., E., Gómez y G., B., Sánchez C., M. S., Junghans, C., & Martínez J., L. V. (2015). Insectos útiles entre los tsotsiles del Municipio de San Andrés Larráinzar, Chiapas, México. *Etnobiología*, 13 (2), 72-84.
- Mace, G. M., & Baillie, J. E. M. (2007). The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy. *Conservation Biology*, 21, 1406-1413
- Malenque, M. A., Ishii, H. T., Maeto, K., & Taniguchi, S. (2007). Line thinning fosters the abundance and diversity of understory hymenoptera (Insecta) in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantations. *Journal of Forest Research*, 12: 14-23
- Márquez L., J. (1994). Meliponicultura en México. *Dugesiana*, 1(1), 3-12
- Martín-Piera F. (2000). Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango, pp. 35-54. In: F. Martín-Piera, J.J. Morrone & A. Melic (Eds.). *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000*. Monografías tercer milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa Vol. 1-Zaragoza, 2000.
- Mattoni, R., Longcore, T., & Novotny, V. (2000). Arthropod monitoring for fine scale habitat analysis: a case study of the El Segundo Sand Dunes. *Environmental Management*, 25, 445-4521
- Méndez, E. V., Bacon, C. M. & Cohen, R. (2013). La agroecología como un enfoque transdisciplinar, participativo y orientado hacia la acción. *Agroecología*, 8(2), 9-18.M.A.,
- Moron, M. A., Hernández-Rodríguez, S., & Ramírez-Campos, A. (1996). El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 98, 1-44
- Mundaray, O., Palomo, N., Querales, M., De Lima, A.R., Contreras, V., Graterol, D. & Barrios, E. (2013). Factores de riesgo, nivel de conocimiento y seroprevalencia de enfermedad Chagas en el Municipio San Diego, Estado Carabobo, Venezuela. *Salus, Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo*, 17, 19-27
- Oliver, I., & Beattie, A. J. (1995). Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*, 10, 99-109
- Ødegaard, F. (2000). How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71, 583-597
- Pacheco F., C., Rodríguez G., J. A., & Castro R., A. E. (2004). Conocimiento Tlapaneco de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Malinaltepec, Guerrero, México. *Etnobiología*, 4, 19-28
- Paruelo J. M., Guerscham, J. P., & Verón, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso de suelo. *Ciencia Hoy*, 87, 14-23
- Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 105, 212-219
- Quezada-Euán, J. J. G., May-Itza, W. de J., & González-Acereto, J. A. (2001). Meliponiculture in Mexico: problems and perspective for development. *Bee World*, 82(4), 160-167
- Ramírez-Salinas, C., & Castro-Ramírez, A. E. (2000). El complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en el madronal, Municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 79, 17-41
- Ramsey, J. M., Ordóñez, R., Tello L., A., Pohls, J. L., Sánchez-Cordero, V., & Peterson, A. T. (2003). Actualidades sobre la epidemiología de la enfermedad de Chagas en México, pp. 85-103. In: J.M. Ramsey, A., Tello L., & J. L. Pohls (Eds.). *Iniciativa para la Vigilancia y el Control de la Enfermedad de Chagas en la República Mexicana*. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca Morelos, México
- Ramos-Elorduy, J., Costa-Neto, E. M. & Landero-Torres, I. (2009). Comparación de especies de abejas comestibles en la Sierra de Ji-bóia, (Bahia, Brasil) y Sierra de Zongolica (Veracruz, México). *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 217-223.
- Ramos-Elorduy, J., & Viejo M., J. L. (2007). Los insectos como alimento humano: breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Sección Biología, 102(1-4), 61-84.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M., & Conconi, M. (2006). Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*, 45, 291-318
- Ratcliffe, N. A., Mello, C. B., Garcia, E. S., Butt, T. M., & Azambuja, P. (2011). Insect natural products and processes: New treatments for human disease. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41, 747-769
- Ríos-Casanova, L., Cano-Santana, Z., & Godínez-Alvarez, H. (2010). Patterns of arthropod diversity in contrasting habitats of El Pedregal de San Angel, a preserve in Mexico City. *Southwestern Entomologist*, 35, 165-175
- Saha, H. K., Sarkar, A., & Haldar, P. (2011). Effects of anthropogenic disturbances on the diversity and composition of the acridid fauna of sites in the dry deciduous forest of west Bengal, India. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences*, 1(4), 313-320.
- Sancho, D., Alvarez G., M. J., & Fernández S, L. R. (2015). Insectos y alimentación. Larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., un alimento de los pobladores de la Amazonía Ecuatoriana. *Entomotropica*, 30(14), 135-149.
- Sanmartino, M., & Crocco, L. (2000). Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina. *Revista Panameña de Salud Pública*, 7(3), 173-178
- Schowalter, T. D. (2000). *Insect ecology an ecosystem approach*. 3 edition. Academic Press. N. York, 650 pp.
- Serrano-González, R., Guerrero-Martínez, F., Pichardo-Barreiro, Y., & Serrano-Velázquez, R. (2013). Los artrópodos medicinales en tres fuentes novohispanas del siglo XVI. *Etnobiología*, 11 (2), 24-34.
- Sevilla G., E. (1991). Hacia un desarrollo agroecológico desde el campesinado. *Política y Sociedad*, 9, 57-72.
- Toledo, V. M., Alarcón-Chaires, P., Moguel, P., Olivo, M., Cabrera, A., Leyequien, E., & Rodríguez-Aldabe, A. (2001). El Atlas etnoecológico de México y Centroamérica: fundamentos, Métodos y Resultados. *Etnoecológica*, 8, 7-41
- Moguel, P., & Toledo, V. M. (1996). El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*, 43, 40-51
- Underwood, E. C., & Fisher, B. L. (2006). The role of ants in conservation monitoring: if when, and how. *Biological Conservation*, 132, 166-182
- Vantomme, P. (2010). Los insectos forestales comestibles, una fuente de proteínas que se suele pasar por alto. *Unasylva*, 236 (61), 19-21



- Velázquez, A., Mas, J. F., Díaz-Gallegos, J. R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Ezcurra, E., & Palacio, J. L. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62, 21-37
- Verdú, J., & Ruiz, M. T. (2003). Control del Chagas en comunidades guaraníes: conocimientos y hábitos higiénicos dentro del proyecto de mejoramiento de viviendas en Bolivia. *Gaceta Sanitaria*, 17(12), 166-168
- Wolverton, S. (2013). Etnobiology 5: interdisciplinarity in an era of rapid environmental change. *Etnobiology letters*, 4, 21-25.
- Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson D., Shu-Sheng, L., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pest, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. *Journal of Economic Entomology*, 105(4), 1115-1129