

MANEJO SUSTENTABLE DE PLAGAS AGRÍCOLAS EN MÉXICO

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL PESTS IN MÉXICO

Isaac Zepeda-Jazo*

Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo, México. (z_isaac@hotmail.com)

RESUMEN

El uso indiscriminado de plaguicidas, primero por necesidad y ahora por desconocimiento, ha mermado y dañando la actividad agrícola del país. Aun en pequeñas áreas de cultivo dependemos del desarrollo de nueva tecnología para el manejo de las plagas agrícolas. Si bien los plaguicidas, fertilizantes y maquinaria agrícola han sido parte importante en el aumento de la producción agrícola, han mostrado no ser, al menos para los pesticidas químicos, una estrategia segura y sustentable para el manejo de plagas. La desconfianza y la falta de información han impedido adoptar estrategias amigables con el medio que permitan un manejo sustentable de las plagas. En esta revisión se brinda un análisis de los principales fenómenos que influyen la implementación de medidas de control de plagas en el país y, a su vez, propone que se contemplen aspectos agroecológicos, económicos y culturales de cada región, partiendo de un análisis concienzudo de las metas alcanzables a corto y mediano plazo, con miras a restaurar el equilibrio biológico y la sustentabilidad del campo mexicano. Enfocado *ex profeso* a la situación actual del campo mexicano, este estudio puede servir como punto de partida para el diseño de programas que consideren la heterogeneidad del agro mexicano.

Palabras clave: agricultura, plaguicidas, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

En su devenir histórico, el hombre ha logrado dominar el ecosistema; sin embargo, actualmente, con el acelerado avance científico-tecnológico, ya sea por su inadecuado uso o desconocimiento, este ha actuado en contra de la naturaleza y por tanto podría desencadenar la destrucción del propio hombre y las futuras generaciones. Existen bastantes ejemplos evidentes de la acción destructiva

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: febrero, 2016. Aprobado: enero, 2017.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 15: 99-108. 2018.

ABSTRACT

The indiscriminate use of pesticides, first out of necessity and now because of ignorance, has reduced and damaged the agricultural activity in the country. Even in small areas of cultivation, we depend on the development of new technology to manage agricultural pests. Although the pesticides, fertilizers and agricultural machinery have played an important role in the increase of agricultural production, they have proven not to be, at least for chemical pesticides, a safe and sustainable strategy for pest management. The mistrust and lack of information have hindered the adoption of environmentally friendly strategies that allow a sustainable management of pests. In this review, we provide an analysis of the main phenomena that influence the implementation of pest control measures in the country and, in turn, we propose contemplating agroecological, economic and cultural aspects from each region, based on a conscientious analysis of the attainable goals in the short and medium term, with the aim of restoring the biological equilibrium and sustainability of the Mexican countryside. Focused *ex profeso* on the current situation of the Mexican countryside, this study can serve as a point of departure for the design of programs that take into account the heterogeneity of the Mexican farmland.

Key words: agriculture, pesticides, sustainability.

INTRODUCTION

In its historical progression, man has managed to dominate the ecosystem; however, currently, with the accelerated scientific-technological advancement, whether because of its inadequate use or lack of awareness, this has acted against nature and therefore could unleash the destruction of man himself and future generations. There are plenty examples that evidence the destructive action of man in his environment throughout time, which is why he has been cataloged as a plague¹ for his own existence. At the end of the last century, with the

del hombre sobre su ambiente a través de los años, por lo cual se ha catalogado como una plaga¹ para su propia existencia. A finales del siglo pasado, con las dificultades encontradas en dominar las múltiples formas en que las plagas atacaban y asediaban los cultivos, y la fuerte demanda de producción agrícola se optó por recurrir al desarrollo de medios químicos de control, es decir, a los plaguicidas (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012). Desde que se implementa, toda práctica agrícola inevitablemente produce un efecto sobre el medio ambiente, el bienestar social y la viabilidad económica de las personas involucradas (Cecon, 2008). Entre los objetivos de una estrategia de desarrollo agrícola sostenible se encuentran buscar ampliar herramientas de control de plagas que tengan una influencia benéfica sobre algunos o todos estos factores; por ejemplo, proteger y mejorar la biodiversidad; educar y capacitar a las personas en las prácticas seguras; proporcionar mayores rendimientos en los cultivos, mejorar calidad a menor costo; proteger el suelo y el agua, lo que podría reducir la pobreza rural y mejorar la calidad de vida, con repercusiones en el desarrollo regional y la disminución de la marginación y migración de los trabajadores del campo (IAASTD, 2009). En esta pequeña revisión se pretende explorar las principales estrategias para el control de plagas implementadas en la agricultura mexicana, los avances científicos y la necesidad de organización de los involucrados, para ser aplicados actualmente con el fin de alcanzar el manejo sustentable de plagas agrícolas incluyendo los modelos de producción agrícola actuales.

CAPÍTULO DESCRIPTIVO Y METODOLÓGICO

En este estudio se brinda un análisis no sistemático que parte de la conciencia, análisis de tesis de estudiantes de la región y experiencia del autor sobre el agro mexicano, y se apoya de la investigación bibliográfica, así como del trabajo empírico más actual sobre el tema de manejo de plagas agrícolas en México. Se fundamenta en las características del agro antes, durante y después de la revolución verde. y se propone una estrategia actual para el establecimiento de programas de manejo sustentable de plagas agrícolas aplicable en regiones del país donde predominan los pequeños y medianos productores.

difficulties found in dominating the multiple forms in which pests attacked and besieged crops, and the strong demand for agricultural production, it was decided to resort to the development of the chemical means of control, that is, to pesticides (García-Gutiérrez and Rodríguez-Meza, 2012). Since it was implemented, every agricultural practice inevitably produces an effect on the environment, social welfare and economic viability of the people involved (Cecon, 2008). Among the objectives of a strategy for sustainable agricultural development, there is the search for broadening the tools for pest control that have a beneficial influence on some or all of these factors; for example, protecting and improving biodiversity; educating and training people in safe practices; providing higher yields in the crops; improving quality at lower cost; protecting the soil and the water, which could reduce rural poverty and improve the quality of life, with repercussions on regional development and a decrease in marginalization and migration of countryside workers (IAASTD, 2009). In this small review, we attempt to explore the main strategies for pest control implemented in Mexican agriculture, the scientific advancements and the need for organizing those involved, in order to be applied presently with the aim of reaching the sustainable management of agricultural pests including the current agricultural production models.

DESCRIPTIVE AND METHODOLOGICAL CHAPTER

In this study, a non-systematic analysis is provided which stems from the awareness, analysis of theses by students from the region, and experience of the author about the Mexican farmland, and is supported by bibliographical research, as well as more recent empirical work on the theme of agricultural pest management in México. It is founded on the characteristics of the farmland before, during and after the green revolution, and an updated strategy is proposed for the establishment of sustainable management programs for agricultural pests applicable in regions of the country where small-scale and medium-scale producers predominate.

Concepto de plaga

La definición de plaga puede ser tan general como lo definen Selfa y Anento (1997) con sentido antropocéntrico, señalando que el hombre lo aplica a todo lo que le afecta, o en su acepción más corta y precisa para el agro, a cualquier artrópodo molesto (Romero, 2004a). La FAO (2016) define el término plaga como “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”. Se estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial por plagas fluctúan entre 20 y 40 %, ocasionando mermas económicas de miles de millones de dólares al año. Además, la FAO prevé la necesidad mundial de producir 60 % más de alimentos para el sustento de una población más numerosa en todo el planeta. Para 2050, la agricultura deberá seguir suministrando 80 % de los alimentos del mundo, reducir las pérdidas de productos del campo causadas por las plagas de los cultivos; por lo tanto, es indispensable para satisfacer las necesidades futuras de alimentos (FAO, 2011). En México, más de 80 % de las unidades de producción agropecuaria se quejan de los altos costos de insumos y servicios; 78.2 % reporta pérdidas debidas a causas climáticas, plagas y enfermedades (INEGI, 2014).

Desarrollo agrícola

La agricultura convencional representa una práctica de obtención de alimentos cuyo proceso, al ser comparado con el tiempo de la aparición del hombre en la tierra, representaría solo 0.5 % del tiempo de la historia de la humanidad. Es decir que durante la mayor parte de la historia el ser humano se alimentó, se vistió y cubrió sus necesidades básicas sin practicar la agricultura. Incluso, aun con el nacimiento de la agricultura y solo con conocimientos empíricos sobre riego, tracción animal y abonos orgánicos, se desarrollaron grandes civilizaciones (Turrent-Fernández y Cortés-Flores, 2004). La agricultura, tal como la conocemos, basada en su mayoría en la masiva aplicación de agroquímicos y el uso de cultivares mejorados de alto potencial de rendimiento, recién habría hecho su aparición; tan solo un instante en la historia del género humano sobre este planeta (Sarandón y Flores, 2014). Sin embargo, en este “pequeño lapso de tiempo” en que se han aplicado los conocimientos científicos y «sabiduría» a

Concept of pest

The definition of pest can be as general as it is defined by Selfa and Anento (1997) with an anthropocentric sense, pointing out that man applies it to everything that affects him, or in its shortest and most accurate meaning for the agricultural sector, to any annoying arthropod (Romero, 2004a). The FAO (2016) defines the term pest as “any plant or animal species, race or biotype, or pathogen agent harmful to plants or plant products”. It is estimated that the losses in global agricultural production from pests fluctuate between 20 and 40 %, causing economic reductions of billions of dollars each year. In addition, the FAO foresees the global need to produce 60 % more foods for the sustenance of a larger population in the whole world. By 2050, agriculture must continue to supply 80 % of the foods in the world, and must reduce the losses of countryside products caused by crop pests; therefore, it is indispensable to satisfy the future needs of foods (FAO, 2011). In México, more than 80 % of the agricultural and livestock production units complain of the high costs of inputs and services; 78.2 % report losses due to climate causes, pests and diseases (INEGI, 2014).

Agricultural development

Conventional agriculture represents a practice of obtaining foods whose process, when compared with the time of appearance of man on Earth, would represent only 0.5 % of the time of the history of humanity. That is, during most of human being's history, he fed himself, dressed himself and covered his basic needs without practicing agriculture. In fact, even with the birth of agriculture and with just empirical knowledge about irrigation, animal traction and organic fertilizers, great civilizations developed (Turrent-Fernández and Cortés-Flores, 2004). Agriculture as we know it, based mostly on the massive application of agrichemicals and the use of improved cultivars of high yield potential, would have recently made its appearance; only one instant of the history of humanity on this planet (Sarandón and Flores, 2014). However, during this “small lapse of time” when scientific knowledge has been applied and the “wisdom” of agriculture has resulted in a series of problems of such magnitude, this casts doubts on the capacity to feed future generations

la agricultura se ha originado una serie de problemas de tal magnitud que están poniendo en duda la capacidad de alimentar a las futuras generaciones (Vega y Trujillo, 1989; Holt-Giménez y Altieri, 2013).

Historia contemporánea del manejo sustentable de plagas

El relativamente nuevo concepto y vieja práctica milenaria del Manejo Sustentable de Plagas, que se basa en la combinación de diferentes estrategias de forma armónica para el control de plagas agrícolas (Flint y van den Bosch, 1981), recientemente ha resurgido como concepto “de moda” y ha sido denominado también como Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual se constituye del uso de recursos que influyen sobre la conservación y disponibilidad espacio-temporal de otros recursos (desarrollo sostenible), los valores ecológicos, socioeconómicos, culturales, religiosos, políticos y las decisiones y sus consecuencias (Badii *et al.*, 2007; Romero, 2004a). Hasta principios del siglo XX estas prácticas enfocadas en estrategias de control biológico, cultural, químico y mixto habían considerado el conocimiento de la interacción entre plantas y animales, con una tendencia a la sustentabilidad. Por una parte, dichas prácticas eran indispensables debido a la escasez de productos químicos, solventada en parte con la Revolución Verde² a mediados del siglo XX, así como por las reducidas áreas de cultivo de los agricultores en ese tiempo (Pichardo-González, 2006). Sin embargo, también eran posibles gracias a la comunicación entre extensionistas y productores de esa época (Romero, 2004b).

Manejo de plagas y extensionismo en México

Desde los años sesenta hasta los noventa, el gobierno mexicano implementó un sistema de extensión y transferencia de tecnología agrícola. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos³ (SARH) delegó el extensionismo a través de la Dirección del Sistema de Extensión Agrícola y la investigación por medio del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) que tenía un eficiente programa de transferencia de tecnología con 25 000 extensionistas (McMahon y Valdés, 2011), así como existía una fuerte retroalimentación y comunicación entre productores e Ingenieros Agrónomos de todo el país (Romero,

(Vega and Trujillo, 1989; Holt-Giménez and Altieri, 2013).

Contemporary history of the sustainable management of pests

The relatively new concept and old millenary practice of Sustainable Management of Pests, which is based on the harmonious combination of different strategies for the control of agricultural pests (Flint and van den Bosch, 1981), has recently made a comeback as a “fashionable” concept and has also been called Integrated Pest Management (IPM), which is constituted by the use of resources that influence the conservation and space-time availability of other resources (sustainable development), the ecological, socioeconomic, cultural, religious, political values, and the decisions and their consequences (Badii *et al.*, 2007; Romero, 2004a). Until the beginning of the 20th century, these practices focused on strategies of biological, cultural, chemical and mixed control had been considered the knowledge of the interaction between plants and animals, with a tendency toward sustainability. On the one hand, these practices were essential due to the scarcity of chemical products, partly resolved by the Green Revolution² in the middle of the 20th century, as well as by the reduced cultivation areas of farmers in this time (Pichardo-González, 2006). However, they were also possible thanks to the communication between extension workers and producers of this time (Romero, 2004b).

Pest management and extension work in México

Since the 1970s and until the 1990s, the Mexican government implemented an extension work and agricultural technology transference system. The Ministry of Agriculture and Hydraulic Resources (*Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos*³, SARH) delegated the extension work through the Directorship of Agricultural Extension Work System and the research through the National Institute of Agricultural Research (*Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*, INIA) which had an efficient technology transference program with 25 000 extension workers (McMahon and Valdés, 2011), as well as having a source of feedback and communication between producers and agronomic engineers from the whole country (Romero, 2004b).

2004b). Es difícil creer que ahora, con una mayor oferta del mercado de productos químicos e incluso orgánicos, el libre comercio de insumos agrícolas y el incremento en las facilidades de comunicación (99 % de la unidades de producción usan el teléfono celular: INEGI, 2014), si bien mejoraron su tecnología, además de los apoyos gubernamentales (SAGARPA y Financiera Rural) y los rendimientos, los trabajadores del campo siguen siendo productores de baja y mediana escala, la gran mayoría con menos de 20 ha por agricultor (INEGI, 2014), y siguen optando por el uso de un reducido número de alternativas de control de plagas, basados aun en su mayoría en la aplicación de plaguicidas químicos impulsados por la revolución verde, sin casi ninguna capacitación, monitoreo y organización entre productores, gobiernos y especialistas⁴. En todo el mundo, la agricultura opera en un mercado cada vez más libre, es afectada por el clima, la demanda, los suministros, la competencia y prioriza la ganancia por encima de la necesidad social (Devine *et al.*, 2008); todo esto, aunado a la adopción de estrategias de producción y modos de vida importados de agricultores extranjeros con extensiones de tierra mucho mayores, ha venido mermando la productividad del campo mexicano y el desarrollo regional de las zonas agrícolas del país, propiciando la migración a la ciudad o el extranjero en búsqueda de mejores oportunidades de desarrollo.

Plagas y su control en México

El advenimiento del siglo XX marcó un apogeo en el desarrollo de la ciencia y la técnica de la humanidad que revolucionó nuestras relaciones con la naturaleza. Entre sus logros, se conformó un inmenso arsenal químico que aseguró, al menos en el corto plazo, el aumento de las cosechas. Actualmente, aunque los plaguicidas sintéticos representan una de las principales y más efectivas armas para el manejo de plagas agrícolas, estos provocan altos costos económicos, contaminación ambiental, disminución de organismos benéficos y especies silvestres, intoxicaciones, efectos negativos sobre aplicadores y personas relacionadas con su manejo y el desarrollo de resistencia de las plagas (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012). Los plaguicidas utilizados se caracterizan por ser tóxicos y de amplio espectro, afectan la salud humana, contaminan las corrientes subterráneas de agua y actúan de forma negativa sobre las diferentes

It is hard to believe that now, with a higher offer from the market of chemical products and even organic, the free trade of agricultural inputs and the increase in communication systems (99 % of the production units use cell phones: INEGI, 2014), in addition to government backing (SAGARPA and Financiera Rural) and yields, field workers continue being producers of low and medium scale despite improving their technology, most of them with less than 20 ha per farmer (INEGI, 2014), and they continue opting for the use of a reduced number of alternatives for pest control, based still mostly in the application of chemical pesticides driven by the green revolution, without nearly any training, monitoring or organization between producers, governments and specialists⁴. Throughout the world, agriculture operates in a market that is increasingly more open, affected by the climate, the demand, the supplies, the competition, and prioritizing profit above social need (Devine *et al.*, 2008); all of this, in addition to the adoption of production strategies and livelihoods imported from foreign farmers with much larger land areas, has been decreasing the productivity of the Mexican countryside and the regional development of agricultural zones in the country, promoting migration to the city or abroad in search for better development opportunities.

Pests and their control in México

The beginning of the 20th century marked a peak in the development of science and technology in humanity that revolutionized our relationship with nature. Among the achievements, a huge chemical arsenal was defined that ensured, at least in the short term, the increase in harvests. Currently, even though synthetic pesticides represent one of the principal and most effective weapons for the management of agricultural pests, these provoke high economic costs, environmental contamination, decrease of beneficial organisms and wild species, intoxications, negative effects on applicers and people related with their management and development of resistance from the pests (García-Gutiérrez and Rodríguez-Meza, 2012). The pesticides used are characterized by being toxic and of broad spectrum, affecting human health, contaminating underground water currents and acting negatively on the different species of beneficial organisms, among which there are natural enemies

especies de organismos benéficos, entre los cuales figuran los enemigos naturales, como son los parasitoides, depredadores, entomopatógenos y polinizadores (García, 1997; Devine *et al.*, 2008; Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013).

La problemática para los cultivos de granos y hortalizas lo constituyen los diferentes tipos de enfermedades, plagas y malezas que perjudican desde la semilla, a la planta y los frutos, los cuales han podido contrarrestarse con la aplicación de los plaguicidas (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012). Más de 70 % de los plaguicidas utilizados son usados por 10 entidades del país y corresponden en términos generales a herbicidas, seguidos de insecticidas y fungicidas; entre los insecticidas, los más usados son los organofosforados, en especial paratión metílico, metamidofós y malatión (Albert, 2004). A la par, el campo demanda apoyos para la explotación intensiva de la tierra con trabajo familiar y el reconocimiento de que, con acceso a innovaciones tecnológicas, esa modalidad puede ser más eficiente que la agricultura de gran escala. Para este fin, existen alternativas más ambientalmente seguras, como son los bioplaguicidas; dentro de estos, se contemplan microorganismos y agentes patógenos de insectos, como virus, rickettsias, hongos, bacterias, nematodos y protozoos, así como insecticidas de origen vegetal que abarcan al menos 12 familias de especies vegetales (Nava-Pérez *et al.*, 2012). Por lo anterior, se precisa volver a contemplar la meta de autosuficiencia alimentaria que, además de sus ventajas evidentes para los campesinos, fortalece la soberanía nacional (Campos, 2000).

Particularidades del agro mexicano

En México, colocar a los agricultores como eje de un nuevo proyecto agrícola sustentable nacional es el gran desafío de este siglo; más de 50 % de los productores en el país solo tienen estudios de primaria y más de 70 % son mayores de 45 años (INEGI, 2014). Lo anterior, como lo menciona Campos (2000), no significa renunciar a una estabilidad macroeconómica ni a su participación competente en el mercado global, desde la perspectiva de una “nueva” tercera vía de desarrollo económico, significa dejar de privilegiar lo financiero sobre lo productivo, así como no considerar a la globalización como limitante del desarrollo, y agrega que estos mismos principios son aplicables al campo mexicano, al sugerir una política amplia de

such as parasitoids, predators, entomopathogens and pollinators (García, 1997; Devine *et al.*, 2008; Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013).

The problematic for grain and vegetable crops is formed by the different types of diseases, pests and weeds which harm the seed, the plant and the fruits, which have been able to be made innocuous with the application of pesticides (García-Gutiérrez and Rodríguez-Meza, 2012). More than 70 % of the pesticides utilized are used by 10 states of the country and correspond in general terms to herbicides, followed by insecticides and fungicides; among the insecticides, the most frequently used are organophosphorus, particularly parathion methyl, metamidophos and malathion (Albert, 2004). At the same time, the countryside demands backing for the intensive farming of land with family work and the recognition that, with access to technological innovation, this modality can be more efficient than large-scale agriculture. For this purpose, there are more environmentally safe alternatives, such as biopesticides; among these, microorganisms and pathogenic agents of insects are contemplated, such as viruses, rickettsia, fungi, bacteria, nematodes and protozoa, as well insecticides of plant origin that include at least 12 families of plant species (Nava-Pérez *et al.*, 2012). Because of this, it is necessary to contemplate again the goal of food self-sufficiency that, in addition to its evident advantages for peasants, also strengthens national sovereignty (Campos, 2000).

Particularities of the Mexican farmland

In México, placing farmers as the axis of a new national sustainable agriculture project is the greatest challenge of this century; more than 50 % of the producers in the country only have primary school studies and more than 70 % are older than 45 years (INEGI, 2014). This, as mentioned by Campos (2000), does not mean renouncing to a macroeconomic stability or to their competent participation in the global market, from the perspective of a “new” third path for economic development, but rather it means ceasing to favor the financial aspect over the productive, as well as ceasing to consider globalization as a limitation to development; and the author adds that these same principles are applicable to the Mexican countryside,

fomento integral agropecuario que implique el desarrollo rural junto con los campesinos. Alentar la reactivación productiva de las pequeñas comunidades empieza por asegurar su autosuficiencia y puede apoyarse al complementar las actividades agropecuarias con las artesanales y las pequeñas manufacturas para la producción de bienes básicos. Finalmente, para alcanzar una mayor concertación entre los investigadores y las dependencias e instituciones involucradas en la detección y control de plagas, Troyo-Diéguez *et al.* (2006) proponen: a) la creación de comités interinstitucionales, regionales e internacionales para el muestreo de plagas y análisis de los factores relevantes para el estado de sanidad de los agro ecosistemas; y b) que la elaboración y desarrollo de proyectos específicos para la solución inmediata y a largo plazo de problemas fitosanitarios de interés común sean locales, nacionales o de ámbito internacional.

Estrategias de manejo sustentable de plagas agrícolas

El tránsito hacia un desarrollo agrario sostenible requiere un acercamiento inicial al estado del conocimiento y a la sensibilización de los actores en relación con los problemas de su entorno local (Rivas *et al.*, 2012). La meta está en poder identificar, ajustar e implementar estas técnicas de la agricultura sostenible para adecuarse a los requerimientos locales y para incitar y ayudar a los agricultores a implementar las ideas a través de la capacitación, retroalimentación y las herramientas de apoyo. Un programa de manejo sustentable se desarrolla para responder a las condiciones particulares de un lugar, un área o una región con características propias comunes. Se trata de agro ecosistemas que comparten características como cultivos y variedades de plantas y condiciones climáticas, más otros aspectos como las prácticas agrícolas locales, las especies de plagas y sus enemigos naturales presentes, y las condiciones socioeconómicas del agricultor y del mercado. No existe un programa “comodín”, diseñado para un cultivo y lugar, que pueda usarse en cualquier sitio sin ajustes importantes. Con tal fin, es indispensable conducir algunas pruebas y estudios experimentales en las condiciones locales, antes de adoptar algún programa para su aplicación exitosa.

El concepto de Manejo Sustentable o Manejo Integrado desde sus inicios se basó en combinar las ventajas del control químico con el biológico (Bartlett,

when suggesting a broad policy of integral agricultural and livestock promotion that implies rural development together with peasants. Encouraging the productive reactivation of small communities starts by guaranteeing their self-sufficiency and can be supported by complementing the agricultural and livestock activities with the artisanal and small-scale manufacturing for the production of basic goods. Finally, to reach a greater agreement between researchers and the offices and institutions involved in the detection and control of pests, Troyo-Diéguez *et al.* (2006) propose: a) the creation of inter-institutional, regional, and international committees for the sampling of pests and analysis of relevant factors for the safety status of agro ecosystems; and b) for the elaboration and development of specific projects for the immediate and long-term solution of phytosanitary problems of common interest to be local, national or international in scope.

Strategies for sustainable management of agricultural pests

The transition toward sustainable agrarian development requires an initial approach to the state of knowledge and the sensitization of actors in relation to problems of their local surroundings (Rivas *et al.*, 2012). The goal is in being able to identify, adjust and implement these techniques of sustainable agriculture to adapt to the local requirements and to stimulate and help farmers to implement the ideas through training, feedback and support tools. A program of sustainable management is developed to respond to the particular conditions of a place, an area or a region with common characteristics of their own. This is about agricultural ecosystems that share characteristics such as crops and plant varieties and climate conditions, in addition to other aspects like local agricultural practices, pest species and their natural enemies present, and the socioeconomic conditions of the farmer and the market. There is no “wild card” program, designed for a crop and a place, which can be used anywhere without important adjustments. With this aim, it is essential to perform some tests and experimental studies in the local conditions, before adopting some program for its successful application.

The concept of Sustainable Management or Integrated Management was based, from its beginning, on combining the advantages of chemical

1964); recientemente ha venido evolucionando para mejorar su efectividad, ampliando el arsenal de estrategias a utilizar para conseguir un control de las plagas para que no causen daño a los cultivos. Prácticamente hemos retornado al uso de los conocimientos que el sistema (ecológico y los agro ecosistemas) nos proporciona y, a su vez, hemos recapitado acerca del equilibrio biológico presente previo al establecimiento de un área de cultivo. Si bien ambos razonamientos no son suficientes para mantener un campo de cultivo, sí son la base del desarrollo de un cultivo sustentable a largo plazo. Sin embargo, no debemos olvidar los aspectos socio culturales y económicos, ya que de nada sirve tener un campo sustentable con una insuficiencia económica sostenible de los agricultores, por lo cual es preciso puntualizar que la responsabilidad en el establecimiento de un programa de Manejo Sustentable de Plagas no puede recaer en solo los agricultores; debe apoyarse de otras instancias como son el Gobierno, con iniciativas de programas de control legal de plagas, difusión de información de control cultural, apoyo con proyectos de control biológico, incentivos a las casas de agroquímicos por asesorías específicas a productores (Escuela Agrícola en el Campo⁵, FAO, 2004), así como del sector académico que en este sentido debería fungir como enlace con el desarrollo y difusión de investigaciones que permitan a los productores compartir no solo su experiencia, sino también sus campos de cultivo para monitoreo y experimentación, así como generar una línea directa para la retroalimentación sobre la aplicación de los resultados científicos desarrollados (para lo cual no se descarta el desarrollo de plaguicidas más eficientes y amigables con el medio ambiente y el rescate de los saberes locales; como ejemplo, ver los trabajos de Gómez *et al.*, 2000; Trujillo-Vázquez y García-Barrios, 2001; Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013). Todo esto obviamente coordinando a todos los involucrados: gobierno, academia y agricultor, con el fin de tener un programa regulado, adaptado a las condiciones locales y problemas específicos, más una cultura de evaluación permanente que permita la mejora continua de los mismos.

CONCLUSIONES

Si bien la estrategia a emplear para conseguir un manejo sustentable de plagas en el país no debe basarse en el solo retroceso a la implementación de las

and biological control (Bartlett, 1964); recently, it has been evolving to improve its effectiveness, broadening the repertoire of strategies to be used to attain pest control without causing damage to the crops. We have practically returned to the use of the knowledge that the system (ecologic and farmland ecosystems) provides us, and, in turn, we have reconsidered about the biological equilibrium present before the establishment of a cultivation area. Although both kinds of reasoning are not enough to maintain a farm field, they are the basis of the development of sustainable cultivation in the long term. However, we should not forget sociocultural and economic aspects, since it is of no use to have a sustainable countryside with sustained economic insufficiency of the farmers, which is why it is necessary to specify that the responsibility in establishing a Sustainable Pest Management program cannot fall only on the farmers; it should be supported by other instances such as the government, with programs initiatives for legal control of pests, dissemination of information of cultural control, support with biological control projects, incentives to agrichemical producing companies from specific advice to producers (Escuela Agrícola en el Campo⁵, FAO, 2004), and by the academic sector which in this sense should act as a liaison with the development and dissemination of studies that allow producers to share not only their experience, but also their cultivation fields for monitoring and experimentation, as well as generating a direct line for feedback on the application of scientific results developed (for which the development of more efficient and environmentally friendly pesticides is not dismissed, and the rescue of local knowledge, as for example, studies by Gómez *et al.*, 2000; Trujillo-Vázquez and García-Barrios, 2001; Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013). All of this obviously coordinating all of those involved: government, academia and farmer; with the purpose of having a regulated program, adapted to the local conditions and specific problems, in addition to a culture of permanent evaluation that allows its continuous improvement.

CONCLUSIONS

Although the strategy to be used to achieve a sustainable management of pests in the country should not be based on the simple relapse to the implementation of old agricultural practices, as some

viejas prácticas agrícolas, como lo señalan algunas empresas transnacionales, sí tiene que reconsiderar los aspectos agroecológicos, económicos y culturales de cada región en particular y los efectos que ha causado la implementación desmedida de pesticidas, partiendo siempre de un análisis concienzudo de productores, academia y gobierno sobre metas alcanzables a corto y mediano plazo, y miras a mejorar el equilibrio biológico y la sustentabilidad económica del campo mexicano.

Perspectivas

Los alimentos, la salud, educación de calidad, casa y realización cultural, son la obligación mínima del país para con sus ciudadanos. Una nación armonizada con su diversidad biológica y cultural, menos desigual y más justa, podrá ser menos vulnerable a las políticas que rigen la económica mundial. El análisis de estos aspectos desde un punto de vista complejo y multidisciplinario permitirá conocer la viabilidad del proyecto y las estrategias a seguir para empezar un programa a la medida, de manejo sustentable de plagas.

NOTAS

¹Plaga: Cualquier organismo que causa efectos adversos a la vida del hombre. ❖ Pest: Any organism that causes adverse effects to the life of men and women.

²Revolución Verde, se refiere a un modelo implementado en la agricultura, a fin de obtener mayores rendimientos. ❖ Green Revolution refers to a model implemented in agriculture, with the purpose of obtaining higher yields.

³SARH ahora Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). ❖ SARH, now Ministry of Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Food (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*) (SAGARPA).

⁴En la actualidad esta labor la vienen desempeñando los técnicos o Ing. Agrónomos de las casas de agroquímicos o contratistas independientes. ❖ Presently, this task is carried out by technicians or agronomic engineers from the agrichemical companies, or independent contractors.

⁵Las Escuelas de Campo para agricultores (ECA) de la FAO han impulsado avances en el manejo integrado de plagas y la fertilidad de los suelos, por medio de

transnational companies point out, the agroecologic, economic and cultural aspects of each region in particular should be reconsidered, as well as the effects that the excessive use of pesticides has caused, always stemming from a conscientious analysis of producers, academia and government regarding attainable goals in the short and medium term, and looking to improve the biological equilibrium and economic sustainability of the Mexican countryside.

Perspectives

Food, health, quality education, housing and cultural realization are the minimum obligation of the country to its citizens. A nation that is harmonious with its biological and cultural diversity, less unequal and more just, could be less vulnerable to the policies that rule the world economy. The analysis of these aspects from a complex and multidisciplinary point of view will allow understanding the viability of the project and the strategies to be followed to begin a program made to measure, of sustainable pest management.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks M. Sc. José David Calderón García (MSc) for the revision and accurate commentaries to this manuscript.

— End of the English version —

la investigación y extensión. Su propósito es formular métodos locales viables, derivadas de combinar información científica previa con los resultados de los experimentos propios de los agricultores. ❖ The Field Schools for Farmers (*Escuelas de Campo para Agricultores*, ECA) from FAO have fostered advancements in the integrated management of pests and soil fertility, through research and extension work. Their purpose is to formulate viable local methods, derived from combining prior scientific information with the results of experiments performed by the farmers.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al M. en C. José David Calderón García por la revisión y atinados comentarios a este escrito.

LITERATURA CITADA

- Albert, Lilia A. 2004. Panorama de los plaguicidas en México. 7º Congreso de Actualización en Toxicología Clínica. Carta al editor. Revista de toxicología en línea. 17 p.
- Badii, D. Mohammad H., Jerónimo Landeros, y D. Ernesto Cerna. 2007. Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas, Un apoyo al desarrollo sustentable. Culcyt. Noviembre-Diciembre, Núm. 3, pp. 13-30.
- Bartlett, B. R. 1964. Integration of Chemical and biological control. *In*: P. de Back (ed) Biological control of insect pests and weeds. London, Chapman and Hall. pp: 489-511.
- Campos, Julieta. 2000. ¿Tercera vía o proyecto alternativo? *In*: La tercera Vía ¿Es posible en nuestra América? Rodrigo Carrasco Odio (comp), pp: 83-104.
- Ceccon, Eliane. 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. Ciencias. Julio-septiembre. Núm. 91. pp. 20-29.
- Devine, Gregor J., Eza Dominique, Oigusuku Elena, y Furlong Michael J. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Vol. 1, Núm. 25, pp: 74-100.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Política de Desarrollo Agrícola: Conceptos y Principios. Roma. 592 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. El Estado de los Recursos de Tierras y Aguas del Mundo para la Alimentación y la Agricultura. Roma. pp. 47.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5. Roma. 41 p.
- Flint, M. L., y R. van den Bosch 1981. Introduction to Integrated Pest Management. New York: Plenum Press. 240 p.
- García-Gutiérrez, Cipriano, y Guadalupe Durga Rodríguez-Meza. 2012. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Ra Ximhai. Vol. 8, Núm. 3, pp: 1-10.
- García, Jaime E. 1997. Consecuencias indeseables de los plaguicidas en el ambiente. Agronomía Mesoamericana. Vol. 1, Núm. 8, pp: 119-135.
- Gómez, Benigno, Adriana Castro, Christiane Junghans, Lorena Ruíz-Montoya, y Francisco J. Villalobos. 2000. Ethnoecology of White grubs (Coleoptera: melolonthidae) among the Tzeltal Maya of Chiapas. Journal of Ethnobiology. Vol. 1, Núm. 20, pp: 43-59.
- Gutiérrez-Ramírez, A, A. Robles-Bermúdez, C. Santillán-Ortega, M. Ortiz-Catón, y O. J. Cambero-Campos. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. Revista Bio Ciencias. Vol. 3, Núm. 2, pp: 102-112.
- Holt-Giménez, Eric, y Miguel A. Altieri. 2013. Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde. Agroecología. Vol. 8, Núm. 2, pp: 65-72.
- IAASTD. 2009. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development: synthesis report with executive summary: a synthesis of the global and sub-global IAASTD reports / Beverly D. McIntyre, Hans R. Herren, Judi Wakhungu y Robert T. Watson (ed). Island Press is a trademark of The Center for Resource Economics. United States of America.
- INEGI, Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). 2014. Conociendo al campo de México. Resultados. Levantamiento del 16 de octubre al 28 de noviembre de 2014.
- McMahon, Matthew A. y Alberto Valdés. 2011. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). Análisis del extensionismo agrícola en México. Paris. 72 p.
- Nava Pérez, Eusebio, Patricia Gastélum Hurtado, Jesús Ricardo Camacho Báez, Benigno Valdez Torres, Carlos Ramón Bernál Ruiz, y René Herrera Flores. 2010. Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo *Acanthoscelides obiectus* (Say) en frijol almacenado. Ra Ximhai. Vol. 6, Núm. 1, pp: 37-43.
- Pichardo González, Beatriz. 2006. La revolución verde en México. AGRÁRIA, São Paulo. No. 4, pp: 40-68.
- Rivas, A., R. Rivas, D. Hinojosa, J. C. Pérez, A. Méndez, y M. A. Martínez. 2012. Percepción de productores de tabaco sobre insectos plagas y su manejo en el municipio Jesús Menéndez (Las Tunas). Revista Protección Vegetal. Vol. 27, Núm. 1, pp: 19-25.
- Romero Contreras, Tonatiuh. 2004b. Los agrónomos mexicanos y el control de plagas agrícolas a fines del siglo XIX y principios del XX. Ciencia Ergo Sum. Vol. 10, Núm. 3, pp: 333-343.
- Romero, Felipe. 2004a. Manejo Integrado de Plagas: Las bases, los conceptos su mercantilización, México. Colegio de Postgraduados: Instituto de Fitosanidad, Montecillo. 103 p.
- Sarandón, Santiago Javier, y Claudia Cecilia Flores (ed) 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1ra ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Selfa, Jesús, y Jorge Luis Anento. 1997. Plagas agrícolas y forestales. Bol. S.E.A. Vol. 20, pp: 75-91.
- Troyo-Diéguez, E., R. Servín-Villegas, J. G. Loya-Ramírez, J. L. García-Hernández, B. Murillo-Amador, A. Nieto-Garibay, A. Beltrán, L. Fenech, y G. Arnaud-Franco. 2006. Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. Vol. 2, Núm. 22, pp: 191-203.
- Trujillo-Vázquez, Romeo Josué, y Luis Enrique García-Barrios. 2001. Conocimiento indígena del efecto de plantas medicinales locales sobre las plagas agrícolas de Los Altos de Chiapas, México. Agrociencia. Vol. 35, Núm. 6, pp: 685-692.
- Turrent Fernández, Antonio, y José Isabel Cortés Flores. 2005. Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. Terra Latinoamericana. Vol. 23, Núm. 2, pp: 265-272.
- Vega, Fernando E., y Javier Trujillo Arriaga. 1989. Biotecnología agrícola, espejo de la revolución verde. Comercio Exterior. Vol. 39, Núm. 11, pp: 947-952.