

Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera*

Territorial and spatial diagnosis of beekeeping in the agro-ecological systems of the Laguna Region

José Luis Reyes-Carrillo^{1§}, José Luis Galarza-Mendoza², Rubí Muñoz-Soto¹ y Alejandro Moreno-Reséndez¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Regional Laguna Carretera a Sta. Fe y Periférico Raúl López Sánchez s/n C.P. 27054. ²Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro de las Colonias km 4.5 Torreón, Coahuila, México (galarzajl@yahoo.com.mx; rubimu@gmail.com; alejamorsa@gmail.com).
[§]Autor para correspondencia: jlreyes54@gmail.com.

Resumen

El manejo productivo de las abejas melíferas y el uso de la tecnología relacionada ha permitido mejorar las prácticas que se desarrollan en los diferentes procesos de esta actividad; sin embargo, ha sido poco frecuente el cambio hacia otras formas de enfoque como las determinaciones del origen botánico de las mieles y de la vegetación pecoreada por las abejas; por ello este estudio se realizó para determinar el panorama espacio-territorial de la apicultura en la Comarca Lagunera en el año 2011. Los apiarios se georeferenciaron utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System (GPS)). Para representar cartográficamente la ubicación y la distancia geográfica de las diferentes estructuras elementales de vegetación de interés apícola, en un radio de 3 km a partir del sitio geográfico del apiario, se utilizó la cartografía digital de uso de suelo y vegetación de escala 1:250 000. De acuerdo al modelo de Información geográfica existe una distancia relativamente corta entre cada sitio de apiario, por lo que la flora presente en los espacios territoriales será más competida por las abejas. Gómez Palacio, Durango y Matamoros, Coahuila son los municipios que tienen el mayor número de apiarios. El mosaico ecológico más importante es el matorral desértico micrófilo asociado a la vegetación secundaria. El mezquite es la especie silvestre más prominente para la apicultura en la Comarca Lagunera. Por otra parte, la alfalfa,

Abstract

Productive management of honey bees and the use of related technology has improved the practices developed in the different processes of this activity; however, shifting into other forms of focus and botanical origin determinations of honey and vegetation foraging by bees has been rare, hence this study was undertaken in order to determine the landscape-territorial space of beekeeping in the Laguna Region in 2011. The apiaries were geo-referenced using a Global Positioning System (GPS). In order to represent, cartographically the location and geographical distance of the different structures of interest of elementary beekeeping vegetation in a radius of 3 km from the apiary we used digital mapping of land use and vegetation of scale 1:250 000. According to the model of geographic information exists a relatively short distance between each apiary site, so that the flora present in the territorial spaces more competed by the bees. Gómez Palacio, Durango and Matamoros, Coahuila are the municipalities with the highest number of apiaries. The most important ecological mosaic is microphyll desert scrub associated with secondary vegetation. Mesquite is the most prominent wildlife species for beekeeping in the Laguna Region. Moreover, alfalfa, annual forage crops and horticultural conglomerate formed the most important cultivated plant for honeybees in this region.

* Recibido: julio de 2013
Aceptado: febrero de 2014

los cultivos forrajeros anuales y los hortícolas conformaron el conglomerado vegetal cultivado de mayor importancia para las abejas melíferas en esta región.

Palabras clave: *Apis mellifera* L., pecoreo, sensores remotos, vegetación apícola.

Introducción

El cambio del uso de suelo, las invasiones de especies exóticas y las fluctuaciones del clima están alterando considerablemente la estructura de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Ashworth *et al.*, 2009). Estos cambios están fuertemente ligados a problemas de sustentabilidad ya que afectan partes esenciales de nuestro capital natural. Quizá el origen de ello radique en que el vínculo entre el bienestar de la humanidad y la naturaleza no se conoce para la gran mayoría de los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos del planeta (Balvanera y Cotler, 2007) como es el caso de la cobertura vegetal que cubre la superficie terrestre y que comprende una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales que en algunos casos incluyen las coberturas vegetales inducidas por intervención humana (González *et al.*, 1993; ACP-ANAM, 2006).

México tiene una riqueza florística de 22 800 especies vasculares (Rzedowski, 1991) aunque otras estimaciones la ubican desde 20 444 hasta 30 000 especies (Toledo, 1994; Dirzo y Gómez, 1996) y sus floraciones son prolongadas en las zonas cálidas por las temperaturas invernales benignas que favorecen la actividad de los insectos, principalmente las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Los rendimientos de miel para la apicultura en estas zonas son de 50 a 75 kg por colmena. En las regiones templadas con inviernos definidos, temperaturas inferiores a 0 °C y precipitaciones escasas, presentan condiciones de producción de miel moderadas de 25 a 50 kg; éstas zonas climáticas geográficamente corresponden al norte del país donde se encuentra la Comarca Lagunera (Reyes y Cano 2003) que cuenta con 6 092 colmenas y cuyo valor de la producción alcanzó los 9.7 millones de pesos (SAGARPA, 2012).

En el caso del estado de Coahuila, tomando como base la vegetación primaria, no es posible explicar en forma sencilla una visión de la cubierta vegetal pues su desarrollo es muy

Key words: *Apis mellifera* L., foraging, remote sensing, beekeeping vegetation.

Introduction

The land use change, exotic species invasions and climate fluctuations are significantly altering the structure of biodiversity and ecosystem functioning (Ashworth *et al.*, 2009). These changes are strongly linked to sustainability issues as they affect essential parts of our natural capital. Perhaps the origin of this lies in that the link between the welfare of humanity and nature is unknown to the vast majority of ecosystems and socioeconomic systems of the planet (Balvanera and Cotler, 2007) such as vegetation covering the surface and comprising a wide range of biomass with different physiognomic and environmental features ranging from grassland to areas covered by natural forests in some cases including vegetation induced by humans (González *et al.*, 1993; ACP-ANAM, 2006).

Mexico has a rich flora of 22 800 vascular species (Rzedowski, 1991) although other estimates places it from 20 444-30 000 species (Toledo, 1994; Dirzo and Gómez, 1996) and its blooms are long in warm areas by temperature mild winter that favor insect activity, mainly honey bees (*Apis mellifera* L.). The yields of honey to beekeeping in these areas are 50 to 75 kg per hive. In temperate regions defined winters, temperatures below 0° C and low rainfall have honey production under moderated conditions 25-50 kg; these climatic zones are geographically north of the country in the Laguna Region (Reyes and Cano 2003) which has 6092 hives and the value of production reached 9.7 million pesos (SAGARPA, 2012).

In the case of the State of Coahuila, considering the primary vegetation it cannot be explained in simple a view of the vegetation cover because its development is varied and depends on climate, soil type, height above the level the sea and rainfall. In the upper reaches of the hills of pines (*Pinus* spp.), Hemlock (*Tamarix pentandra* Pallas) and oak (*Quercus* spp.), while in the lowlands predominate mesquite (*Prosopis juliflora* Sw. DC), Acacia (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.), yucca (*Yucca* spp.), prickly pear (*Opuntia* spp.), maguey (*Agave asperrima* Jacobi), several cacti, governor (*Larrea divaricata* Cav.) and lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.); (INEGI, 2001). Much of this plant is used by the colony as a food source of which botanical identification is important

variado y depende del clima, del tipo de suelo, de la altura sobre el nivel del mar y de la precipitación pluvial. En las partes altas de las sierras abundan pinos (*Pinus* spp.), pinabetes (*Tamarix pentandra* Pallas) y encinos (*Quercus* spp.), mientras que en las partes bajas predominan mezquite (*Prosopis juliflora* Sw. DC.), huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.), yucas (*Yucca* spp.), nopales (*Opuntia* spp.), maguey (*Agave asperrima* Jacobi), diversos cactus, gobernadora (*Larrea divaricata* Cav.) y lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) (INEGI, 2001). Gran parte de esta flora es utilizada por la colonia como fuente de alimento por lo cual es importante su identificación botánica para enfocar el desarrollo de la actividad apícola en esas especies de interés (Sayas y Huamán, 2009,) considerando que el rango de vuelo de una abeja puede ser mayor a los 10 km (von Frisch, 1976).

Partiendo de la utilización de las nuevas tecnologías de información aplicadas al ambiente, surge la generación de información espacial sobre los usos y coberturas vegetales del suelo y la actividad apícola. Estas tecnologías integradas en el espacio y tiempo son imprescindible en el análisis de la evolución y estado de los ecosistemas naturales o cultivados (Bonet *et al.*, 2004). Una de las claves de los parámetros fenológicos relacionada al ciclo de vida de las abejas es la floración primaveral. Para ayudar a obtener este momento, y que pueda ser utilizado en el modelo de predicción del pecoreo de miel por la abeja, se pueden utilizar parámetros fenológicos derivados de medidas satelitales (Nightingale *et al.*, 2008).

La apicultura es una actividad que se fundamenta en el conocimiento y el manejo de las abejas melíferas en su entorno y actualmente el uso de la tecnología relacionada ha permitido evolucionar las prácticas que se desarrollan en los diferentes procesos productivos, sin embargo, ha sido poco frecuente el cambio hacia otras formas de enfoque como la determinación del origen botánico de las mieles y el territorio espacio-temporal de la vegetación silvestre y cultivada explorada por las abejas.

Objetivos

Determinar los sitios de apiario y las áreas de pecoreo de las abejas así como las estructuras de vegetación de interés apícola en la Comarca Lagunera.

to focus on the development of beekeeping in the species of interest (Sayas and Huaman, 2009) considering the flight range of a bee that can be longer than 10 km (von Frisch, 1976).

Based on the use of new information technologies applied to the environment, there is the generation of spatial information on the uses and soil mulches and beekeeping; these integrated technologies in space and time are essential in analyzing the evolution and state of cultivated and natural ecosystems (Bonet *et al.*, 2004). A key of the phenological parameters related to the life cycle of bees is the spring flowering. To help get this time, and can be used in the prediction model of foraging in honeybee can be used phenological parameters derived from satellite measurements (Nightingale *et al.*, 2008).

Beekeeping is an activity that is based on knowledge and management of honey bees in their environment and currently the use of related technology has allowed it to evolve practices developed in the different production processes; however, shifting to other forms of focus and determination of the botanical origin of honey and spatiotemporal territory of wild and cultivated vegetation explored by bees has been rare.

Objectives

Determine apiary sites and foraging areas of bees and vegetation structures of beekeeping of interest in the Laguna Region.

Materials and methods

Study region

The study was made in the Laguna Region, located north and central Mexico, formed by the States of Coahuila and Durango (2° 05' and 26° 54' north latitude and 101° 40' and 104° 45' W) with an average of 235 mm of rain, an elevation of 1 139 m and an average annual temperature of 18.6 °C (Schmidt, 1989). In order to determine the space-territorial landscape of beekeeping, municipalities of Gomez Palacio, Lerdo, and Tlahualilo Durango State and the municipalities of Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Viesca Torreón, Coahuila State were considered in 2011.

Materiales y métodos

Región en estudio

El trabajo se realizó en la Comarca Lagunera, ubicada al norte y centro de México, formada por los estados de Coahuila y Durango (25° 05' y 26° 54' latitud norte y 101° 40' y 104° 45' longitud oeste) con un promedio de 235 mm de lluvia, una altitud de 1 139 msnm y una temperatura media anual de 18.6 °C (Schmidt, 1989). Con el propósito de determinar el panorama espacio- territorial de la apicultura, se consideraron los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, y Tlahualilo del estado de Durango, y los municipios de Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y Viesca del estado Coahuila durante el año 2011.

Situación apícola municipal y tipos de vegetación

Los apiarios se georeferenciaron utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin modelo Oregon 300®), configurado con el sistema de coordenadas de grados, minutos y segundos (GGMMSS) (Ebad, 2000; Palacios *et al.*, 2009). Se realizaron muestreos exploratorios de la vegetación *in situ* del apiario tanto del medio natural como agrícola para su identificación previa (Reyes *et al.*, 2009; Meraz *et al.*, 2011) y se entrevistaron a 42 apicultores, identificando las especies vegetales predominantes, definidas como estratos de primer orden así como las características fisiográficas (Sosa *et al.*, 2006).

Límites de espacio- territorial y vegetación *in situ*

La representación cartográfica de la ubicación y la distancia de las diferentes estructuras elementales de vegetación de interés apícola fue en el radio promedio de pecoreo de 3 km (Beekman y Ratnieks, 2000) usando como referente la cartografía digital de uso de suelo y vegetación de escala 1:250 000 serie III (INEGI, 2010). La evaluación inició con la elaboración de la cartografía temática digital, diseñándose un vectorial de puntos de los sitios de apiarios y haciendo uso de los vectoriales de uso de suelo y vegetación de INEGI serie III, usando el programa computacional Arc View GIS ver. 3.2® (ESRI, 2000; INEGI, 2010) para definir la presencia de los tipos de vegetación natural y de los tipos de cultivos concurrentes. Establecido el límite de área de un radio de 3 km, se creó un vectorial de amortiguamiento "buffer" para aplicar un modelo de corte (clip).

Municipal beekeeping situation and vegetation types

The apiaries were geo-referenced using Global Positioning System (GPS Garmin Oregon 300®), configured with the coordinate system of degrees, minutes and seconds (DDMMSS) (Ebad, 2000, Palacios *et al.*, 2009). Exploratory samplings were made of the *in situ* vegetation of the apiary site of both the natural and agricultural for prior identification (Reyes *et al.*, 2009; Meráz *et al.*, 2011) and 42 beekeepers were interviewed, identifying the predominant plant species, defined as strata and first-order physiographic features (Sosa *et al.*, 2006).

Spaced-territorial limits and *in situ* vegetation

The mapping of the location and distance of different vegetation elementary structures of interest in beekeeping was average foraging radius of 3 km (Beekman and Ratnieks, 2000) using as reference the digital mapping of land use and vegetation of scale 1:250 000 series III (INEGI, 2010). The evaluation began with the development of digital thematic mapping, being designed one point vector apiary sites and making use of the vector of land use and vegetation INEGI series III, using the computer program Arc View GIS ver. 3.2® (ESRI, 2000; INEGI, 2010) to define the presence of natural vegetation types and crop types concurrent. Establishing a limit area within 3 km, creating a "buffer" vector to apply a cut version (clip).

Results and discussion

Municipal beekeeping situation

Beekeeping in the Laguna region develops around adjacent crops and wild vegetation zones. In this region, there are 107 apiary sites, with a total of 3 501 colonies (Table 1). The most important sites are located in Matamoros, Coahuila with 36 apiaries and hives total of 1281 (36.39 %) and in Gómez Palacio, Durango with 37 apiaries deployed a total of 1181 beehives (33.73 %).

The geographical location of the apiary is depicted in Figure 1. Notable are the municipalities of Matamoros and Gómez Palacio where most of the sites show a substantial burden; however, in the central part of the region forms a continuous surface bounded by the buffer zone of 3 km radius.

Resultados y discusión

Situación apícola municipal

La apicultura de la Comarca Lagunera se desarrolla alrededor de los cultivos y adyacente a zonas de vegetación silvestre. En esta región, se localizaron 107 sitios de apiarios, con un total de 3 501 colmenas (Cuadro 1). Los emplazamientos más importantes se localizaron en Matamoros, Coahuila con 36 apiarios y un total de 1 281 colmenas (36.39%) y en Gómez Palacio, Durango con 37 apiarios emplazados y un total de 1 181 colmenas (33.73%).

Cuadro 1. Número de apiarios y de colmenas emplazadas en los municipios de la Comarca Lagunera, Coahuila y Durango, México. 2011.

Table 1. Number of apiaries and hives located throughout the municipalities of the Laguna Region, Coahuila and Durango, Mexico. 2011.

Estado	Municipio	Núm. apiarios	STC	Colmenas (%)	PCA
Coahuila	Fco. I. Madero	3	51	1.46	17
	Matamoros	36	1281	36.59	36
	San Pedro	2	46	0.31	23
	Torreón	12	301	8.6	25
	Viesca	2	55	1.57	28
Durango	Gómez Palacio	37	1181	33.73	32
	Lerdo	13	537	15.34	41
	Tlahualilo	2	49	1.4	25
Total		107	3 501	100	28.4

Núm. apiarios= número de apiarios emplazados por municipio; STC= total de colmenas emplazadas en los apiarios por municipio; PCA= promedio de colmenas en cada apiario emplazado por municipio.

La ubicación geográfica de los apiarios se representa en la Figura 1. Son notables los municipios de Matamoros y Gómez Palacio en donde la mayoría de los emplazamientos muestran una carga considerable; sin embargo, en la parte central de la región se forma una superficie continua limitada por el área de amortiguamiento de 3 km de radio.

La geometría de este espacio continuo explica que los apiarios emplazados no están a una distancia determinada de 3 km de radio, sino a distancias más cortas; también puede suponerse que en este conglomerado geométrico puede desencadenarse: a) una competencia floral entre las abejas por superposición de las áreas de pecoreo (Young *et al.*, 2007) dependiendo de la abundancia de floración; b) frecuentes invasiones por enjambres africanizados en colmenas tecnificadas (Schneider *et al.*, 2004); c) un

The geometry of this space continuum explains that the apiaries are not deployed within a certain distance of 3 km radius, but at shorter distances, it can also be assumed that in this cluster geometry can be triggered: a) competition between bees floral overlay of foraging areas (Young *et al.*, 2007) depending on the abundance of flowering; b) frequent invasions by Africanized swarms in hives technologically advanced (Schneider *et al.*, 2004); c) a high rate of looting due to the proximity ruffles (Sammataro *et al.*, 2000, Schneider *et al.*, 2004); and d) raising the possibility of inbreeding and dispersal of parasitic diseases (Sammataro *et al.*, 2000). This diagnosis may arise that requires the relocation of apiaries to the areas with less densely beekeeping.

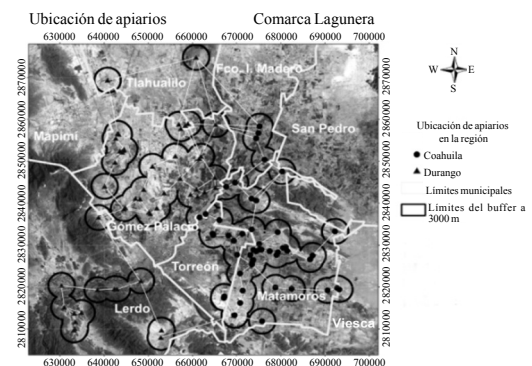


Figura 1. Distribución de los apiarios en la Comarca Lagunera, México determinando el espacio-territorial y los límites del área de influencia de pecoreo de las abejas.

Figure 1. Distribution of apiaries in the Laguna Region, Mexico; determining the territorial-space and limits of the area of influence of foraging bees.

alto índice de pillaje debido a la cercanía de las colmenas (Sammataro *et al.*, 2000; Schneider *et al.*, 2004); y d) elevar la posibilidad de consanguinidad y dispersión de enfermedades parasitarias (Sammataro *et al.*, 2000). De este diagnóstico podría derivarse que es necesaria la reubicación de apiarios a zonas de la Comarca con menos densidad apícola.

Tipos de vegetación regional

En el Cuadro 2, se presentan los valores correspondientes a los tipos de vegetación (TVeg) de la Serie III (INEGI, 2010) obtenidos en base al criterio de radio de distancia de 3 km, los valores de incidencia correspondientes a los TVeg, indican cuatro importantes agroecosistemas que se encuentran casi por arriba del umbral de diez mil hectáreas. El más representativo es el espacio agrícola conjugado con el desarrollo pecuario y forestal (IAPF), pues es el de mayor superficie (99 131 12 ha), de este estimado, 36.68% es superficie que se encuentra en Gómez Palacio, Durango y 30.24% se localiza en Matamoros, Coahuila. Como se mostró anteriormente en el Cuadro 1, éstos dos municipios albergan los mayores índices de emplazamiento de colmenas en la región; de acuerdo a las características tipológicas de estos territorios, la agricultura es un determinante importante para que la actividad apícola se desarrolle. La relación apicultura-agricultura, debe promover un manifiesto importante pues gran parte de los cultivos regionales requieren de un servicio imprescindible de polinización y son las abejas quienes ofrecen esta alternativa.

Regional vegetation types

The Table 2 shows the values for vegetation types (TVeg) Series III (INEGI, 2010) obtained on the basis of criteria within distance of 3 km, the values corresponding to the TVeg incidence indicate four major agro-ecosystems that are above the threshold almost ten thousand acres. The most representative is the agricultural space conjugated livestock development and forestry (IAPF), it is the largest area (99 131 12 ha) of this estimate, 36.68% of the surface found in Gomez Palacio, Durango and 30.24% is located in Matamoros, Coahuila. As shown above in Table 1, these two towns are home to the highest rates of placement of hives in the region according to the typological characteristics of these areas, agriculture is an important determinant for beekeeping is developed. The bee-farming relationship, should promote a manifesto important because much of the regional crops require pollination essential service and are the bees who offer this alternative.

On the other hand, the desert scrub vegetation associated with microphyll (ODM- VSa) also forms an important ecological mosaic, from the point of view of natural vegetation; these ecosystems provide a great diversity of flora that primarily stimulates biological activity colonies, temporarily providing pollen and nectar. It is estimated that the colonies located on the region share a territory of over

Cuadro 2. Tipos de vegetación potencialmente apícolas que inciden en los diferentes municipios de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, México.

Table 2. Vegetation types of beekeeping potentially affecting the different municipalities of the Laguna region of Coahuila and Durango, Mexico.

Municipios	DV	NA	IAPF	MDM	MDM/ VSa	MDR	MDR/ VSa	PI	VD	VD/ VSa	VH/ VSa	NA	Suma total ha
Francisco I. Madero (Coah)	3.3	263.6	7176.4									272.1	7715.5
Matamoros (Coah)	202.1	326.3	29982	1	5711.6	2779.9	83.1	696.2		7.6	4099	306.7	44196
San Pedro (Coah)	145.8		810.9		427.2	378.3				1.2			1763.6
Torreón (Coah)		34.2	9855		157.5	17.3				143.3	1472.5	29.4	11709.5
Viesca (Coah)			1502.5		1508.4	168.6						59.7	3239.4
Gómez Palacio (Dgo)		732.2	36363	448.4	2614.6	56.3		1043.6	903.6	1722.1	4739	211.4	48834.6
Lerdo (Dgo)	14.6	318.4	9189.4	828.9	4707.2	6569.6	1124.7	879.6				688.3	24321
Mapimí (Dgo)			201								390.8		591.8
Tlahualilo (DGO)			4050.6		98			816.5			1597.7		6562.9
Suma total ha	365.8	1674.7	99130.8	1278.3	15224.5	9970	1207.8	3435.9	903.6	1874.2	12299	1567.6	148934.3

DV= sin vegetación aparente; NA= no aplicable; IAPF= área agrícola; MDM= matorral desértico micrófilo, MDM/VSa= MDM- vegetación secundaria; MDR= matorral desértico rosetófilo; MDR-Vsa= MDR-vegetación secundaria; PI= pastizal inducido; VD= vegetación de desiertos arenosos; VD-VDSa= VD-vegetación secundaria; VH-VSa= vegetación halófila xerófila vegetación secundaria; NA= no aplicable.

Por otro lado, el matorral desértico micrófilo asociado a la vegetación secundaria (MDM-VSa) también forma un mosaico ecológico importante, desde el punto de vista de vegetación natural, este tipo de ecosistemas ofrecen una gran diversidad florística que estimula principalmente la actividad biológica de las colonias, proporcionando temporalmente polen y néctar. Se estima que las colonias emplazadas en la región comparten un espacio territorial de más de 15 000 ha según los cálculos elaborados en el Sistema de Información Geográfica (SIG). De esta proporción espacial, en Matamoros, Coahuila se localiza más de 37% y en Lerdo, Durango casi 31%, sin restar importancia a Gómez Palacio, Durango y Viesca, Coahuila también ofrecen un potencial importante de especies de matorral desértico micrófilo con vegetación secundaria MDM-VSa, con 17.17 y 9.91%, respectivamente.

Por otro lado, el matorral desértico rosetófilo (MDR), forma parte también del modelo florístico potencialmente apícola, sin embargo, es el de menor superficie (9 970 38 ha) de ello casi 66% de este espacio corresponde al municipio de Lerdo, Durango y de acuerdo al "buffer" establecido, también Matamoros, Coahuila presenta una superficie de casi 28% con especies de MDR. El otro ecosistema recurrente es la vegetación halófila asociada a vegetación secundaria (VH-VSa); ésta estructura vegetal suma más de 12 000 ha de las cuales Gómez Palacio, Durango representa casi 39% de acuerdo al análisis del área de amortiguamiento y Matamoros, Coahuila rebasa 33%.

Los de menor impacto superficial son Tlahualilo, Durango y Torreón, Coahuila quienes ofrecen este tipo de fisonomía escénica vegetal, con 12.99% y 11.97%, respectivamente. Estas superficies potencialmente productivas forman un modelo dinámico "abeja-cultivo" que desde el punto de vista agroecológico ofrecen beneficios y que en conjunto están directamente relacionados con el complejo servicio ambiental de la polinización (Ghazoul, 2005).

Límites de espacio- territorial

Al establecer que en un radio de distancia de 3 km a partir de la coordenada central del apiario se determinó el área de pecoreo de las abejas y esto corresponde a una superficie de exploración de 2 827 ha por cada localidad de colmenas. Un área bastante grande considerando que las abejas pueden volar más lejos, pero se concentran a distancias menores para ser más eficientes en la colecta.

15 000 ha according to calculations made in the Geographic Information System (GIS). This spatial proportion, in Matamoros, Coahuila is located more than 37% and in Lerdo, Durango almost 31%, with less opportunity to Gómez Palacio, Durango and Viesca, Coahuila also offer significant potential of microphyll desert scrub species with secondary vegetation MDM-VSa, with 17.17 and 9.91%, respectively.

Desert scrub rosette (MDR) is also part of beekeeping potential floristic model; however, is the lower surface (997 038 ha) of that almost 66% of this space corresponds to the municipality of Lerdo, Durango and according to the "buffer" set, also Matamoros, Coahuila has an area of almost 28% with MDR species. The other recurrent ecosystem halophytic vegetation associated with secondary vegetation (VH- VSa) plant structure this sum more than 12 000 ha of which Gómez Palacio, Durango represents almost 39% according to the analysis of the buffer zone and Matamoros, Coahuila exceeds 33%.

The lower impact surfaces are Tlahualilo, Durango and Torreón, Coahuila who offer this type of plant scenic appearance, with 12.99% and 11.97%, respectively. These potentially productive surfaces form a dynamic model "bee-culture" from the point of view of agro-ecological offer benefits, which together are directly related to the complex ecosystem service of pollination (Ghazoul, 2005).

Space -territorial limits

By stating that within a distance of 3 km from the central coordinate of the apiary was, determined foraging area of bees and this corresponds to a surface exploration of 2 827 ha per hives locality. A large area considering that bees can fly further, but concentrate on shorter distances to be more efficient in the collection.

The Table 3 shows that in the Laguna Region, averaging an estimated territorial-space surface per apiary (PETA) in 1 359 ha, this, according to the observed design of location geographically. It was determined that Tlahualilo, Durango, Viesca, San Pedro de las Colonias and Francis I. Madero, Coahuila are municipalities with fewer location of apiaries (NA), making nine sites with a total (NC) of 201 hives, 5.74% based on the total accumulated space-territorial (PHBT) of these four municipalities, Francis I. Madero had the highest specific space with an area of 7 240 ha (4.98% of the space), the lowest being territorial

En el Cuadro 3 se observa que en la Comarca Lagunera, se estimó un promedio de superficie espacio-territorial por apiario emplazado (PETA) de 1 359 ha, esto de acuerdo al diseño de emplazamiento observado geográficamente. Se determinó que Tlahualilo, Durango, Viesca, San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero, Coahuila son los municipios con menos emplazamiento de apiarios (NA), sumando nueve sitios con un total (NC) de 201 colmenas, 5.74% acumulado en base al total del espacio-territorial (PHBT), de estos cuatro municipios, Francisco I. Madero, presentó el mayor espacio determinado con una superficie de 7 240 ha (4.98% del espacio), siendo el de menor espacio territorial el municipio de San Pedro de las Colonias (1 882 ha, 1.29%) respecto a la superficie total espacio-territorial (TET) determinada (145 370 ha). Sin embargo, sólo en Tlahualilo, Durango se observa el espacio territorial más amplio y conveniente en el radio de 3 km, lo que permite que las abejas tengan una mayor superficie de área y de disposición de flora con potencial apícola para el sustento de la colmena aunque pueden pecorear a distancias mayores en épocas de escasez (Klein *et al.*, 2003).

space in the municipality of San Pedro de las Colonias (1 882 ha, 1.29%) compared to the total surface space-territorial (TET) determined (145 370 ha). However, only in Tlahualilo, Durango is observed wider territorial space and convenient in the radius of 3 km, allowing the bees to have a larger surface area and potential flora available to sustain bee hive while foraging at greater distances may in times of scarcity (Klein *et al.*, 2003).

Viesca, San Pedro de las Colonias and Francis I. Madero, recorded a PETA which can be considered deficient with 1 593 ha, 941 ha and 2 413 ha, respectively. In contrast, in the municipalities of Gómez Palacio, Durango and Matamoros, Coahuila mainly focuses as much apiaries, together account for 73 of the two municipalities, with 2 462 hives *ca.* 68% of the region but with lower Laguna apiary surface to surface 2 827 is supposed exploration, this territorial space of 1295 has Gómez Palacio, Durango and Matamoros, Coahuila of 1 219 ha. In this area, the average of hives in each apiary (PCA) is 32 to the town of Gómez Palacio and 36 for Matamoros;

Cuadro 3. Superficie espacio-territorial por sitio de apiario a un radio de influencia de 3 km, 2011.
Table 3. Territorial-space surface apiary site to a radius of influence of 3 km, 2011.

Estado	Municipio	Colmena (%)	TET (ha)	PHBT(ha)	PETA	ETC
Coahuila	Francisco I. Madero	1.46	7240	4.98	2413	141.95
	Matamoros	36.59	43872	30.18	1219	34.25
	San Pedro	1.31	1882	1.29	941	40.92
	Torreón	8.6	11294	7.77	941	37.52
	Viesca	1.57	3185	2.19	1593	57.92
Durango	Gómez Palacio	33.73	47926	32.97	1295	40.58
	Lerdo	15.34	23167	15.94	1782	43.14
	Tlahualilo	1.4	6805	4.68	3403	138.88
	TOTAL	100	145370		1359	41.52

Los municipios de Viesca, San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero, registraron un (PETA) que puede considerarse deficitario con 1 593 ha, 941 ha y 2 413 ha, respectivamente. En contraparte, en los municipios de Gómez Palacio, Durango y Matamoros, Coahuila principalmente, se concentra la mayor cantidad de apiarios, en conjunto suman 73 de ambos municipios, con 2 462 colmenas *ca.* 68% del total de la región Lagunera pero con menor superficie por apiario a las 2 827 ha de superficie supuesta de exploración; este espacio-territorial es de 1 295 ha para Gómez Palacio, Durango y para Matamoros, Coahuila de 1 219 ha. En esta superficie, el promedio de colmenas en cada apiario (PCA) es de 32 para el municipio de Gómez Palacio y 36 para Matamoros; esto hace que haya una competencia mayor sobre los recursos néctar-poliníferos tanto de origen silvestre como cultivado. El espacio-territorial por colmena emplazada (ETC) es muy

this means there is more competition over resources of pollen-nectar both wild and cultivated. The territorial-space per hive (ETC) is very variable but the municipalities with greater potential foraging area were Francisco I. Madero in Coahuila and Tlahualilo in Durango and smaller surfaces of Matamoros, Coahuila.

***In situ* vegetation characteristics**

The vegetation of beekeeping interest shown in Table 4 where the mesquite (*P. juliflora*) is of primary floras most important present territorial-space of the apiaries deployed, although usually present vegetation types combined, as the governor (*L. divaricata*), the acacia (*A. farnesiana*), which associated with mesquite (*P. juliflora*) combinations that are significant for the development of beekeeping. These

variable pero los municipios con mayor superficie potencial de pecoreo fueron Francisco I. Madero en Coahuila y Tlahualilo en Durango y el de menor superficie Matamoros, Coahuila.

Características de la vegetación *in situ*

La vegetación de interés apícola que se muestra en el Cuadro 4, donde el mezquite (*P. juliflora*) es de las floras primarias presentes más importantes en el espacio-territorial de los apiarios emplazados, aunque suelen presentarse otros tipos de vegetación combinada, como la gobernadora (*L. divaricata*), el huizache (*A. farnesiana*), que asociados con el mezquite (*P. juliflora*) forman combinaciones significativas para el desarrollo de la actividad apícola. Estas plantas en floración son importantes pues están reportadas como néctar-poliníferas (Melgoza *et al.*, 2002). Éste resultado coincide con la información que destaca que la Región Norte se caracteriza por la excelente miel que produce, principalmente de la floración del mezquite, con un fuerte mercado en los Estados Unidos de América. El precio de esa miel producida en esta región es el más alto aunque la participación de la delegación Coahuila a nivel nacional es muy pequeña, siendo en promedio un 0.16% de la producción del país (SAGARPA, 2010).

flowering plants are important as they are reported as nectar-polleniferous (Melgoza *et al.*, 2002). This result agrees with the information that emphasizes that the Northern Region is characterized by excellent honey produced mainly mesquite flowering, with a strong market in the United States of America. The price of the honey produced in this region is the highest although the participation of Coahuila national delegation is very small, averaging 0.16% of the country's production (SAGARPA, 2010).

The vegetal cover, as recorded in this study is characterized as xerophytic scrub, composed of microphyllous scrubs according to that reported by Sosa *et al.* (2006) and given that much of the research in community ecology has been aimed at measuring levels of associations between species, this study highlights the presence of plants such as acacia (*A. farnesiana*), Governor (*L. divaricate*) and mesquite (*P. juliflora*).

The Table 5 shows that most of the apiaries are located near agricultural areas, allowing the bees to have a large area for foraging within agro-ecological zones of importance for the development of this activity, the present crop highest number

Cuadro 4. Número de sitios por tipo de flora que predomina en los apiarios en los diferentes municipios de Coahuila y Durango de la Comarca Lagunera, 2011.

Table 4. Number of sites by type of flora that dominates the apiaries in different municipalities of Coahuila and Durango in the Laguna Region, 2011.

Tipo de flora	Nombre científico	Familia	Municipio	Estado		Total Apiarios
				Coah.	Dgo.	
maguey	<i>Agave asperrima</i>	Agavaceae	Gómez Palacio		7	7
			Lerdo		1	1
governadora	<i>Larrea divaricata</i>	Zygophyllaceae	Gómez Palacio		2	2
higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Lerdo		2	2
huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	Fabaceae	Gómez Palacio		2	2
matorral	varias spp		Matamoros	10		10
mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Fabaceae	San Pedro	1		1
			Fco. I Madero	3		3
multiflora			Gómez Palacio		8	8
			Lerdo		8	8
			Matamoros	17		17
			San Pedro de las Colonias	1		1
			Tlahualilo		2	2
			Lerdo		1	1
			Gómez Palacio		17	17
			Lerdo		1	1
			Matamoros	7		7
			Torreón	12		12
pinabete	<i>Tamarix pentandra</i>	Tamaricaceae	Viesca	2		2
			Gómez Palacio		1	1
			Matamoros	2		2
Total general				55	52	107

La cobertura vegetal, como la registrada en el presente estudio se caracteriza como matorral xerófito, compuesta por matorrales micrófilos y rosetófilos, de acuerdo a lo reportado por Sosa *et al.* (2006) y dado que gran parte de las investigaciones en ecología de comunidades han estado dirigidas a medir los niveles de asociaciones entre las especies, en este estudio destaca la presencia de plantas como el huizache (*A. farnesiana*), la gobernadora (*L. divaricata*) y el mezquite (*P. juliflora*).

En el Cuadro 5 se observa que la mayor parte de los apiarios se localizan cerca de las áreas agrícolas, permitiendo que las abejas tuvieran una amplia extensión para realizar el pecoreo dentro de las zonas agroecológicas de importancia para el desarrollo de esta actividad; los cultivos presentes con mayor número de colmenas en cada municipio son la alfalfa, los forrajes anuales de primavera y verano como el maíz, sorgo, y de invierno como la avena, el melón y algunas hortalizas sobre los cuales estos insectos realizan su labor de colecta. Reyes *et al.* (2009) encontraron que las abejas colocadas en el cultivo de melón colectaron polen de mezquite (*P. juliflora*), alfalfa (*Medicago sativa* L.), gobernadora (*L. divaricata*), pepino (*Cucumis sativus* L.), mostacilla (*Sysimbrium irio* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* L.) lo que mostró que las colonias complementaron su alimentación con la vegetación circundante. En el sur de Texas, Baum *et al.* (2011) encontraron que colonias de abejas melíferas colectaron polen de diversas familias vegetales entre los que se encontraba Poaceae, familia a la que pertenecen el sorgo, la avena y el maíz, pero sin especificar el género y mencionan que varios factores contribuyen a la probabilidad de colectar un tipo de polen sobre otro, incluyendo la distribución espacial de las fuentes de polen en el área, los cultivos establecidos disponibles y el tiempo de manipulación de los granos de polen por la abeja colectora.

El algodón en los municipios de Gómez Palacio y Tlahualilo, Durango y Francisco I. Madero, Coahuila registró pocas colmenas pues, aunque sus flores son pecoreadas por las abejas tanto por el polen como por el néctar, las aplicaciones de plaguicidas asociadas al cultivo provocan que los apicultores trasladen sus abejas al término de la floración aunque el efecto combinado de la desaparición del picudo del algodón, el uso del algodón Bt, y la reducida superficie de cultivo ha significado una caída dramática en el uso de pesticidas químicos en la Comarca Lagunera (Traxler y Godoy, 2004).

of hives in each municipality are alfalfa, annual forages spring and summer as corn, sorghum, and winter oats, melon and some vegetables on which these insects do their work collection. Reyes *et al.* (2009) found that bees placed in melon growing pollen collected mesquite (*P. juliflora*), alfalfa (*Medicago sativa* L.), Governor (*L. divaricata*), cucumber (*Cucumis sativus* L.), beaded (*Sysimbrium irio* L.) and sorghum (*Sorghum vulgare* L.), which showed that colonies supplemented their diet with the surrounding vegetation. In southern Texas, Baum *et al.* (2011) found that colonies of honey bees collected pollen from various plant families including the Poaceae was, family to which they belong sorghum, oats and corn, but without specifying gender and mentioned that several factors contribute to the likelihood to collect one type of pollen on the other, including the spatial distribution of pollen sources in the area, established crops available and time handling beans bee collecting pollen.

The cotton in the municipalities and Tlahualilo and Gómez Palacio, Durango and Francis I. Madero, Coahuila recorded few hives because although its flowers are foraging by both pollen bees as well as nectar, pesticide applications associated with the cultivation cause beekeepers move their bees at the end of flowering but the combined effect of the disappearance of the boll weevil, the use of Bt cotton, and reduced acreage has meant a dramatic drop in the use of chemical pesticides in the Laguna Region (Traxler and Godoy, 2004).

The importance of flowering patterns of bee species and the flow value of nectar and pollen in the hive is that it is fundamental to the management of hives, especially when the main interest lies in the production of honey and pollen. These patterns serve as ecological and environmental indicators and impact on a serious and complex problem, which involves the disruption of flowering cycles under the effect of climate change (Nightingale *et al.*, 2008) causing the decline of pollinators for the destruction of habitat, pollution with agrochemicals in crops and the surrounding (Steffan-Dewenter *et al.*, 2005) and the syndrome of colony collapse due to reasons still debated (Cox- Foster *et al.*, 2007).

Another factor to consider in arid areas is that the structure and eco-physiological properties of these regions are closely determined by the duration and seasonality of the

Cuadro 5. Tipos de cultivos agrícolas en el área de influencia de los apiarios ubicados en los municipios de Durango y Coahuila de la Comarca Lagunera, 2011.**Table 5. Types of agricultural crops in the area of influence of the apiaries located in the municipalities of Durango and Coahuila to the Laguna Region, 2011.**

Municipio	Tipo de cultivo	Colmenas		Apiario		Total colmenas	Total apiarios	
		Coah.	Dgo.	Coah.	Dgo.			
Gómez Palacio	Alfalfa	algodón	23		1	23	1	
		maíz	33		1	33	1	
			35		1	35	1	
	Algodón	sorgo	16		1	16	1	
		alfalfa	80		2	80	2	
		sorgo	30		1	30	1	
	Avena		38		1	38	1	
		Hortalizas		9		1	9	1
	Maíz	sorgo	42		2	42	2	
			662		20	662	20	
	Sorgo	alfalfa	181		5	181	5	
		maíz	32		1	32	1	
	Total Gómez Palacio			1181		37	1181	37
Lerdo	Alfalfa	avena	400		5	400	5	
	Maíz		30		1	30	1	
Total Lerdo			107		7	107	7	
Tlahualilo	Alfalfa	algodón	22		1	22	1	
			27		1	27	1	
Total Tlahualilo			49		2	49	2	
Matamoros	Alfalfa		146		4	146	4	
		nogal	61		1	61	1	
	Maíz	sorgo	74		2	74	2	
		alfalfa	11		1	11	1	
	Melón	melón	27		1	27	1	
		sorgo	53		3	53	3	
		avena	68		1	68	1	
	Sorgo		17		1	17	1	
			754		19	754	19	
		girasol	12		1	12	1	
		58		2	58	2		
Total Matamoros			1281		36	1281	36	
Fco. I Madero	Alfalfa	maíz	17		1	17	1	
		algodón	19		1	19	1	
	Maíz	sorgo	15		1	15	1	
Total Fco. I Madero			51		3	51	3	
San Pedro	Alfalfa		34		1	34	1	
	Maíz	sorgo	12		1	12	1	
Total San Pedro			46		2	46	2	
Torreón			301		12	301	12	
Total Torreón			301		12	301	12	
Viesca			55		2	55	2	
Total Viesca			55		2	55	2	
Total general			1734	1767	55	52	3501	107

La importancia de los patrones de floración de las especies de valor apícola y del flujo de néctar y polen en la colmena radica en que es fundamental para el manejo de las colmenas, especialmente cuando el interés principal radica en la producción de miel y polen. Estos patrones sirven como

dry period, which selects the adaptations associated with evasion, resistance or tolerance to water stress. The lack of rain stress is the main factor most frequently cited as responsible for the timing of phenological events (Singh and Kushwaha, 2005) but in the Laguna Region

indicadores ecológicos y ambientales e inciden sobre una grave y compleja problemática, que implica la disrupción de los ciclos de floración bajo el efecto del cambio climático (Nightingale *et al.*, 2008) provocando la declinación de los polinizadores por la destrucción de su hábitat, la contaminación con agroquímicos en los cultivos y sus alrededores (Steffan-Dewenter *et al.*, 2005) y el síndrome del colapso de las colmenas debido a causas que aún se debaten (Cox-Foster *et al.*, 2007).

Otro factor a considerar en las zonas áridas es que la estructura y propiedades ecofisiológicas de estas regiones están estrechamente determinadas por la duración y la estacionalidad del período seco, que selecciona las adaptaciones asociadas con la evasión, resistencia o tolerancia al estrés hídrico. El estrés por falta de lluvia es el factor principal más frecuentemente citado como un responsable de la cronología de los eventos fenológicos (Singh y Kushwaha, 2005) pero en la Comarca Lagunera los cultivos agrícolas son irrigados con agua del subsuelo y de las presas (García *et al.*, 2006), de ahí su importancia para la apicultura.

El polen y las sustancias que se adhieren al cuerpo velludo de las abejas en sus vuelos de colecta en las especies vegetales presentes en el entorno de los apiarios ayudan a conocer el comportamiento en su rango de pecoreo. Este aspecto de la utilización de colmenas y las propias abejas para muestrear el ambiente, así como los indicadores regionales con los datos obtenidos por satélite para mostrar los impactos del cambio climático son muy novedosos y creativos (Nightingale *et al.*, 2008) y los estudios complementarios que consideren el análisis polínico de las mieles y el polen corbicular de las abejas arrojarán información complementaria sobre la vegetación presente y que es visitada por estos insectos.

Conclusiones

En atención al modelo de Información Geográfica, existe traslape en las áreas de vegetación pecoreada por las abejas.

Los municipios de Gómez Palacio, Durango y Matamoros, Coahuila son los que presentaron el mayor número de apiarios, 1 181 y 1 281, respectivamente.

agricultural crops are irrigated with groundwater and dams (García *et al.*, 2006), hence its importance to beekeeping.

Pollen and substances adhering to the hairy body of bees in their collection flights in the plant species present in the environment of the apiaries help to understand the behavior in their foraging range. This aspect of the use of hives and the bees themselves to sample the atmosphere and regional indicators with satellite data to show the impacts of climate change are very innovative and creative (Nightingale *et al.*, 2008) and complementary studies consider pollen analysis of honey and pollen bee will shed information on the vegetation and is visited by these insects.

Conclusions

In response to the GIS model, there is an overlap in the areas of vegetation by foraging bees.

The municipalities of Gómez Palacio, Durango and Matamoros, Coahuila are those who had the highest number of apiaries, 1 181 and 1 281, respectively.

The agricultural area of the Laguna Region conjugated livestock and forestry development is the most explored area and equivalent to 99 131.12 ha.

The area of natural vegetation of microphyll desert scrub associated with secondary vegetation (MDM/VSa) is the most important ecological mosaic for beekeeping (11 178.2 ha).

The mesquite, and wild vegetation, proved to be the most important species for beekeeping in the Laguna Region.

Alfalfa and annual forage crops make up the conglomerate most important cultivated plant for bees in all municipalities of the Laguna Region.

End of the English version



El espacio agrícola de la Comarca Lagunera conjugado con el desarrollo pecuario y forestal explorado es el de mayor superficie y equivalente a 99 131.12 ha.

El área de vegetación natural de matorral desértico micrófilo asociado a la vegetación secundaria (MDM/VSa) forma el mosaico ecológico más importante para la apicultura (1 1178.2 ha).

El mezquite, como vegetación silvestre, resultó ser la especie más importante para la apicultura en la Comarca Lagunera. La alfalfa y los cultivos forrajeros anuales conforman el conglomerado vegetal cultivado de mayor importancia para las abejas en todos los municipios de la Comarca Lagunera.

Agradecimientos

A las estudiantes Mireya Soledad López Santiago y Yasmín Osorio Santiago, a la MVZ Rosalinda de la Torre Medrano de SAGARPA por su colaboración en el trabajo de campo, a la Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón y a la Fundación Produce Coahuila, A. C. el financiamiento del proyecto con número de folio 05-2010-001330.

Literatura citada

- Autoridad del Canal de Panamá-Autoridad Nacional del Ambiente (ACP-ANAM). 2006. Programa de vigilancia de la cobertura vegetal región de la Cuenca del Canal. Panamá, C. A. (<http://www.pancanal.com/esp/cuenca/cobertura-vegetal.pdf>).
- Ashworth, L.; Quesada, M.; Casas, A.; Aguilar, R. and Oyama, K. 2009. Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biol. Conserv.* 142:1050-1057.
- Balvanera, P. y Cotler, H. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica.* 84-85:8-15.
- Baum, K. A.; Rubink, W.; Coulson, R. N. and Bryant, V. 2011. Diurnal patterns of pollen collection by feral honey bees in Southern Texas, USA. *Palinology.* 35:85-93.
- Beekman, M. and Ratnieks, F. L. W. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Funct. Ecol.* 14:490-496.
- Bonet, A.; Bellot, J. and Peña, J. 2004. Landscape dynamics in a semi-arid Mediterranean catchment (SE Spain). *In: recent dynamics of Mediterranean vegetation and landscape.* (Ed.) Mazzoleni, G. S.; di Pasquale, M.; Mulligan, P.; di Martino, R. F.; Wiley, J. and Sons, P. London, UK. 47-56 p.
- Cox-Foster, D. L.; Conlan, S.; Holmes, E. C.; Palacios, G.; Evans, J. D.; Moran, N. A.; Quan, P. L.; Briese, T.; Hornig, M. and Geiser, D. M. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony "collapse disorder". *Science.* 318: 283-287.
- Dirzo, R. y Gómez, G. 1996. Ritmos temporales de la investigación taxonómica de plantas vasculares en México y una estimación del número de especies conocidas. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 83:396-403.
- Ebad, H. 2000. Positioning with GPS. K. N. Toosi university of technology. 21 p. (<http://wp.kntu.ac.ir/ebadi/GPS.pdf>).
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2000. ArcView GIS 3.2. Redlands USA. (http://downloads.esri.com/support/whitepapers/other_/eximgav.pdf).
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends Ecol. Evol.* 20:367-373.
- García, S. J. L.; Guzmán, S. E. y Fortis, H. M. 2006. Demanda y distribución del agua en la comarca Lagunera, México. *Agrociencia.* 40:269-276.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. Vegetación primaria de México (http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/vegetacion/descripcion.cfm).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010- Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso y vegetación escala 1:250 000 Serie III. (Conjunto nacional) en formato digital, México, D. F.
- Klein, A. M.; Steffan-Dewenter, I. and Tschardt, T. 2003. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *Am. J. Bot.* 90:153-157.
- Melgoza, C. A.; Royo, M. M. H. y Fierros, R. R. 2002. Manual de plantas importantes en la apicultura. INIFAP-CIRNOC-Campo experimental La Campana Chihuahua, Chihuahua. Folleto Núm. 9:28 p.
- Meraz, J. A. J.; Galarza, M. J. L.; Sosa R.; J, Ponce M., A. y Torres G., J. A. 2011. Ordenamiento ecológico comunitario: un modelo de manejo de recursos naturales para el desarrollo comunitario. Estudio de caso ejido potrero de los López, Aguascalientes. *Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.* 17:151-163.
- Nightingale, J. M.; Esaias, W. E.; Wolfe, R. E.; Nickeson, J. E. and Ma, P. L. A. 2008. Assessing honey bee equilibrium range and forage supply using satellite-derived phenology. *In: proceedings of the geoscience and remote sensing symposium of the IEEE. Geosc. Rem.ote Sensing Soc.* 3(3)-763-766.
- Palacios, S. J. E.; Mejía, S. E.; Oropeza, M. J. L.; Martínez, M. M. R. y Figueroa, S. B. 2009. Impacto de las actividades económicas en los recursos suelo y vegetación. *Terra Latinoamericana.* 27: 247-255.
- Reyes, C. J. L. y Cano R., P. 2003. Manual de polinización apícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana-Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA). México, D. F. Manual N° 7: 78 p. URL: (<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/publicaciones/lists/manuales%20apcolas/attachments/4/manpoli.pdf>).
- Reyes, C. J. L.; F. A. Eischen, F. A.; Cano, R. P.; Rodríguez, M. R. and Nava, C. U. 2009. Plant species visited by honey bee foragers during induced cantaloupe pollination. *Acta Zoológica Mexicana.* 25:507-514.
- Reyes, C. J. L.; Muñoz, S. R.; Cano, R. P.; Eischen, F. A. y Blanco, C., E. 2009. Atlas del polen de la Comarca Lagunera, México. Guzmán Editores, México, D. F. 347 p.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerógama de México. *Acta Bot. Mex.* 14:3-21.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Plan del Sistema Producto miel (http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/indmodelos/prector/05_coa/pe_apicola.pdf).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Producción pecuaria en la Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera. Subdelegación de Ganadería. Cd. Lerdo, Durango, México.
- Sammataro, D.; Gerson, U. and Needham, G. 2000. Parasitic mites of honey bees: life, history, implications, and impact. *Annu. Rev. Entomol.* 45:519-548.
- Sayas, R. R. y Huamán, M. L. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecol. Apl.* 8:53-59.
- Schmidt, R. H. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. *J. Arid Environ.* 16:241-256.
- Schneider, S. E.; de Grandi-Hoffman, G. and Smith, D. R. 2004. The african honey bee: factors contributing to a successful biological invasion. *Annu. Rev. Entomol.* 49:351-376.
- Singh, K. P. and Kushwaha, C. P. 2005. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. *Current Science.* 89:964-975.
- Sosa, M.; Galarza, J. L.; Lebgue, T. y Puga, S. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua, México. *Ecol. Apl.* 5:53-59.
- Steffan-Dewenter, I.; Potts, S. G. and Packer, L. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends Ecol. Evol.* (Hoandlanda). 20: 651-652.
- Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. *Ciencias.* 34:43-57.
- Traxler, G. and Godoy A. S. 2004. Transgenic cotton in Mexico. *AgBioForum.* 7:57-62.
- von Frisch, K. 1976. Bees: their vision, chemical senses and language. Rev. (Ed.). Second printing. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Young, H. J.; Dunning, D. W. and von Hasseln, K. W. 2007. Foraging behavior affects pollen removal and deposition in *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). *Am. J. Bot.* 94:1267-1271.