

Comparación de cuatro especies entomófilas sobre parámetros agronómicos del fruto de tomate de invernadero*

Comparison of four entomophilous species on agronomic parameters of greenhouse tomato fruit

Ernesto Cerna Chávez¹, Edgar Daniel Lara Sánchez², Yisa Ochoa Fuentes^{1§}, Omegar Hernández Bautista², Luis Alberto Aguirre Uribe¹, Jerónimo Landeros Flores¹ y Ricardo Flores Canales³

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Departamento de Parasitología. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C. P. 25315. Tel: y Fax: 844 4110226. ²Posgrado en Ciencias en Parasitología Agrícola- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. C. P. 25315, Tel y Fax. 844 4110226. ³Universidad Autónoma de Nayarit- Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic, Nayarit, km 9. C. P. 63780. México. [§]Autora para correspondencia: yisa8a@yahoo.com.

Resumen

Se evaluó el efecto de cuatro especies de polinizadores, como son *Scaptotrigona mexicana*, *Partamona bilineata* (ambas abejas sin aguijón con amplia distribución neotropical en México), *Bombus ephippiatus* especie de abejorro mexicano y la especie comercial exótica *Bombus impatiens*, ampliamente utilizada en nuestro país. Sobre diferentes parámetros agronómicos de la calidad del fruto de tomate *Solanum lycopersicum* L. (solanaceae) en invernaderos comerciales del Sureste de Coahuila. Ambas especies de abejorros registraron mayor efecto en el diámetro polar, masa y calidad del fruto, por lo que *Bombus ephippiatus*, es recomendable como polinizador en el cultivo del tomate, debido a que es una especie nativa y no se tendrían riesgos de invasión y exclusión; sin embargo se ha dificultado la cría, por lo que investigaciones futuras estarán encaminadas a la producción masiva de este polinizador.

Palabras clave: abejorros, abejas sin aguijón, invernadero, polinización, tomate.

La agricultura protegida es altamente dependiente de la polinización entomófila, siendo este proceso una práctica indispensable para obtener buenos resultados, en México, los

Abstract

The effect of four species of pollinators were evaluated, *Scaptotrigona mexicana*, *Partamona bilineata* (both stingless-bees with wide distribution in neotropical Mexico), *Bombus ephippiatus*, Mexican bumblebee species and the commercial exotic species *Bombus impatiens*, widely used in our country. On various agronomic parameters of quality of tomato fruit *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) in commercial greenhouses in the Southeast Coahuila. Both species of bumblebees showed the best effect on the polar diameter, mass and fruit quality, for this reason, *Bombus ephippiatus*, is recommended as a pollinator in the tomato crop, since it is a native species with no risk of invasion and exclusion; however, it has been difficult to breed them, so that future research will be aimed at the mass production of this pollinator.

Keywords: bees, greenhouse tomato, stingless-bees, pollination.

Protected agriculture is highly dependent on insect pollination, and this process is essential for success in Mexico, greenhouse crops have rapidly increased (INEGI, 2007) practice. The tomato (*Solanum lycopersicum* Miller) is

* Recibido: enero de 2015
Aceptado: marzo de 2015

cultivos bajo invernadero se han incrementado rápidamente (INEGI, 2007). El tomate (*Solanum lycopersicum* Miller) es una de las principales hortalizas sembradas en nuestro país, ubicándose en el año 2011, como el décimo primer productor de tomate a nivel mundial, con un total de 2 435 790 toneladas (FAO, 2011). La planta de tomate presenta dehiscencia poricida, las anteras necesitan ser sacudidas para liberar su polen a través de unos poros apicales (Buchmann, 1983).

En campo abierto es provista por el viento, lo cual en la mayoría de los casos es suficiente para desencadenar la liberación del polen, promoviendo la autofecundación (Free, 1993), mientras que bajo invernadero existen escasas corrientes aire, por lo que es recomendable el uso de polinizadores, ya que la gran mayoría de plantas con flores (angiospermas) dependen principalmente de polinización mediada por insectos, En campo abierto el insecto más conocido para este fin, es la abeja europea *Apis mellifera* L., no obstante, *A. mellifera*, no es la mejor especie para realizar la polinización en algunos cultivos debido a la morfología particular de la flor (Cunningham *et al.*, 2002).

De este modo son los abejorros del género *Bombus* los más utilizados en la agricultura protegida, se estima que anualmente en el mundo se consumen más de un millón de colmenas de abejorros para la polinización en invernaderos (Velthuis, 2006). Se han reportado buenos resultados de otras especies de ápidos en la polinización de cultivos en invernadero, tal es el caso de *Scaptotrigona depilis* y *Nannotrigona testaceicornis* para la fresa (Roselino *et al.*, 2009) y *Melipona subnitida* para el cultivo de pimiento (Oliveira *et al.*, 2005), *Nannotrigona perilampoides* en chile habanero (Palma *et al.*, 2008) y *Bombus ephippiatus* en tomate (Torres, 2012).

Sin embargo, la especie más utilizada en México para la polinización es *Bombus impatiens*, es una especie exótica originaria del este de Canadá y Estados Unidos (Velthuis, 2006), por lo que se corre el riesgo de daños sanitarios para las especies nativas e invasión del ecosistema como ya ha sucedido en otras partes del mundo, tal es el caso de *Bombus terrestris* originario de Europa, invadiendo Argentina (Torreta, 2006), Tasmania (Semmens y Turner, 1993) y posiblemente nuestro país (Winter *et al.*, 2006). La idea de reducir esos riesgos es implementar el uso de especies nativas como *Bombus ephippiatus*, abejorro con distribución en México, que habita regiones

one of the main vegetables planted in our country, ranking in 2011, as the tenth largest producer of tomato worldwide, with a total of 2 435 790 tonnes (FAO, 2011). The tomato plant has poricida dehiscence, the anthers need to be shaken to release their pollen through some apical pores (Buchmann, 1983).

In the open field is provided by the wind, which in most cases is sufficient to trigger the release of pollen, promoting self-fecundation (Free, 1993), while in greenhouse there are few air-flows, so it is advisable to use of pollinators, since the vast majority of flowering plants (angiosperms) depend primarily through the pollination of insects. In the open field, the best known insect for this purpose is the European honeybee *Apis mellifera* L.; however, *A. mellifera*, is not the best species for pollination in some crops, because of the particular morphology of the flower (Cunningham *et al.*, 2002).

The bumblebees of the genus *Bombus* the most used in protected agriculture, it is estimated that each year worldwide more than one million hives of bees for pollination in greenhouses are consumed (Velthuis, 2006). Good results have been reported for other species of Apidae in the pollination of greenhouse crops, as in the case of *Scaptotrigona depilis* and *Nannotrigona testaceicornis* for strawberry (Roselino *et al.*, 2009) and *Melipona subnitida* for growing peppers (Oliveira *et al.*, 2005), *Nannotrigona perilampoides* in habanero pepper (Palma *et al.*, 2008) and *Bombus ephippiatus* in tomato (Torres, 2012).

However, the most used species in Mexico for pollinating is *Bombus impatiens*, native of eastern Canada and the United States (Velthuis, 2006) exotic species, so that the risk of health damage to native species and invasion runs ecosystem as has happened in other parts of the world, as in the case of *Bombus terrestris* originally from Europe, invading Argentina (Turret, 2006), Tasmania (Semmens and Turner, 1993) and possibly our country (Winter *et al.*, 2006). The idea of reducing these risks is to implement the use of native species such as *Bombus ephippiatus*, bumblebee with distribution in Mexico, inhabiting mountain regions (Fuentes and Madrid, 2003) and the stingless-bee *Scaptotrigona mexicana* and *Partamona bilineata* widespread in our country in the Gulf of Mexico and Yucatan Peninsula (Ayala, 1999). So in this paper the effects of four species of Apidae about the quality of tomatoes grown in greenhouses in order to determine the potential of Mexican species for use as pollinators in the southeastern region of Coahuila was evaluated.

de montaña (Fuentes y Madrid, 2003) y la abeja sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* y *Partamona bilineata* ampliamente distribuida en nuestro país en las costas del Golfo de México y Península de Yucatán (Ayala, 1999). Por lo que en este trabajo se evaluó los efectos de cuatro especies de apidos sobre la calidad de tomates cultivados en invernadero, con el objetivo de determinar el potencial de especies mexicanas para el uso como polinizadores en la región sureste de Coahuila.

El presente trabajo se realizó en cuatro invernaderos de 1 000 m² en el municipio de Arteaga, perteneciente al estado de Coahuila de Zaragoza. Los invernaderos fueron de tipo rectangular, con multicapilla de dos aguas y ventilación pasiva senital; cubiertos con plástico de la marca klerk 50, el grosor de 15mm/6mil/600 galgas en su segundo año de vida de cuatro garantizados por el fabricante; la transmisión de luz total 65% a 45%, Sombra 35% a 55%, transmisión de luz difusa 33%, ambiente de temperatura min/max -50/85 °C, amigable con abejorros (AGROEXPO, 2013). Las temperaturas presentadas durante el experimento oscilaron entre los 6 - 42 °C, con una humedad relativa entre 60-80%. El cultivar utilizado fue tomate híbrido tipo bola "Charlotte", con una densidad de plantación de cinco plantas por m², manteniéndolas acorde a las prácticas comerciales estándar sin realizar raleo de frutos.

Se adquirieron Cuatro colmenas de diferentes empresas, *Bombus impatiens* (Koppert de México) y *Bombus ephippiatus* (Bioinsectum), para el caso de las abejas sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* y *Partamona bilineata*, fueron adquiridas en el Municipio de Xicotepec de Juárez, estado de Puebla, en un apiario/meliponario de nombre "Comercializadora Monte" trasladándolos de nidos silvestres a cajas de madera, con una piquera en la parte alta del frente de la caja; todas las colmenas se colocaron en el centro de una de las naves antes descritas, a 60 cm del suelo y con una protección para la luz, mientras que el testigo fue una nave de invernadero de 250 m², cada colmena con su respectivo invernadero se consideró como tratamiento, mientras que el testigo fue un invernadero sin polinización. Al momento de la cosecha, se dividió cada invernadero en cuatro zonas, tomando muestras representativas de cada una, cada tratamiento constó de cuatro repeticiones, cada repetición con 24 unidades muestrales (tomate), dichas repeticiones se cosecharon cada semana todo el mes de mayo de 2012. La toma de datos se realizó marcando flores abiertas 3 días después de instaladas las colmenas, tiempo suficiente para su aclimatación, en condiciones de

This study was conducted in four greenhouses of 1 000 m² in Arteaga, State of Coahuila de Zaragoza. The greenhouses were rectangular with multi-span gabled and passive ventilation; covered with plastic brand klerk 50, the thickness of 15mm/6 mil/600 gauges in its second year four guaranteed by the manufacturer; total light transmission of 65% to 45%, shadow 35% to 55%, diffuse light transmission 33%, ambient temperature of min / max -50/85 °C, friendly with the bumblebees (AGROEXPO, 2013). Temperatures presented during the experiment ranged from 6-42 °C, relative humidity 60-80%. The hybrid tomato cultivar used was ball type "Charlotte" with a planting density of five plants per m², keeping in line with standard business practices without making fruit thinning.

Four hives from different companies were acquired, *Bombus impatiens* (Koppert of Mexico) and *Bombus ephippiatus* (Bioinsectum), in the case of bees without sting *Scaptotrigona mexicana* and *Partamona bilineata* were acquired in the Municipality of Xicotepec Juárez, Puebla State, in an apiary/meliponary named "Comercializadora Monte" moving them from wild nests in wooden boxes with a "piquera" on top of the front of the box; all the hives were placed in the centre of one of the nave, at 60 cm from the ground and protected from the light, while the control was a greenhouse of 250 m², each hive with its own greenhouse was considered as a treatment, while the control was a greenhouse without pollination.

At harvest time, each greenhouse was divided into four zones, taking representative samples of each, each treatment consisted of four replicates, each replicate with 24 sampling units (tomato), such repeats were harvested each week throughout the month of May, 2012. Data collection was performed by marking open flowers 3 days after installed beehives sufficient time for acclimatization in greenhouse conditions agronomic parameters were evaluated as: fruit weight (g), polar diameter (cm), equatorial diameter (cm) and fruit weight (g).

Within the assessments of the polar diameter (Table 1), we can see that for the case of two species of stingless bees, it had no effect on this parameter, behaving quite similarly to the control without pollinators. Regarding *Partamona bilineata* one of the factors that might have affected its role as a pollinator is its heavy reliance on the nest (Camargo and Silvia, 2003), since the process of accommodating new nests, involves choosing and transporting materials for processing (González *et al.*, 2011), leaving little time for foraging.

invernadero se evaluaron parámetros agronómicos como: peso del fruto (g), diámetro polar (cm), diámetro ecuatorial (cm) y peso de frutos (g).

Dentro de las evaluaciones del diámetro polar (Cuadro 1), se puede observar que para el caso de las dos especies de abejas sin aguijón, no tuvieron un efecto en este parámetro, comportándose de manera muy similar al testigo sin polinizadores. En relación a *Partamona bilineata* uno de los factores que pudiera haber afectado su función como polinizador es su fuerte dependencia al nido (Camargo y Silvia, 2003), ya que el proceso de acomodo a nuevos nidos, implica la elección y transporte de los materiales para su elaboración (Gonzales *et al.*, 2011), dejando poco tiempo para el pecoreo y forrajeo.

Cuadro 1. Comparación de medias de cuatro especies polinizadoras sobre diámetro polar y ecuatorial en tomate variedad Charlotte.

Table 1. Comparison of means of four pollinator species on polar and equatorial diameter in tomato variety Charlotte.

Tratamiento	n	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
		Media* ± SD Ag	Media* ± (SD) Ag
<i>Partamona bilineata</i>	100	5.6483 ± (0.477) c	8.4228 ± (0.738) a
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	100	5.8196 ± (0.614) c	8.7124 ± (0.930) a
<i>Bombus impatiens</i>	100	6.9213 ± (0.541) a	7.1674 ± (0.774) b
<i>Bombus ephippiatus</i>	100	6.6434 ± (0.532) b	7.3919 ± (0.758) b
Testigo	100	5.6775 ± (0.491) c	7.2088 ± (0.771) b

N= número de medidas; *= centímetros; SD= desviación estándar= Ag= agrupación mediante tukey.

Para el caso de *Scaptotrigona mexicana* la actividad de pecoreo se observó solamente en horas del día, que sobrepasaban los 25 °C; por lo que para esta especie, se han reportado trabajos con muy buena efectividad en climas subtropicales (Nates, 2005), caso contrario a la zona donde se desarrolló nuestro experimento (montaña).

Mientras que para los abejorros, se encontró diferencia estadística en relación a los otros tratamientos. Estudios en abejorros mencionan que el género *Bombus* posee conductas que los hacen excelentes polinizadores de diversos cultivos, entre ellos tomate (Buchmann, 1992), para nuestro estudio, *Bombus impatiens* fue el insecto con mayor efecto en el diámetro polar como polinizador con 6.9213 cm, seguido de *Bombus ephippiatus* con 6.6434 cm en promedio (Cuadro 1). Al respecto podemos mencionar que *B. impatiens*, es una especie introducida, debido a su alta efectividad lo que ha permitido su comercialización.

In the case of *Scaptotrigona mexicana*, foraging was observed only during daylight hours, which exceeded 25 °C; so for this species have been reported works with good effectiveness in subtropical climates (Nates, 2005), otherwise the area where our experiment was developed (mountain).

While for this bumblebees, statistical difference was found in relation to other treatments. Studies in bumblebees of the genus *Bombus*, refer that they have traits that make them excellent pollinators of many crops, including tomato (Buchmann, 1992) for our study, *Bombus impatiens* was the insect with the greatest effect on the polar diameter as a pollinator to 6.9213 cm followed by *Bombus ephippiatus* with 6.6434 cm on average

(Table 1). In this regard we mention that *B. impatiens* is an introduced species, due to its high effectiveness allowing marketing.

However, given the importance attached to the use of bees as pollinators, techniques of domestication on the use of native bumblebees have developed (Estay, 2009) as in the case of *B. ephippiatus*, a colony experimentally bred from wild queens, for this reason we propose to continue with investigations of this native species and widely distributed in Mexico and Central America, which will develop a product that caters the need of domestic producers of tomato. In relation to the equatorial diameter, stingless bees were those that showed a higher measure on the effect of pollination (Table 1); however, De la Cruz *et al.* (2009) mentioned that, the polar diameter parameter influences more about the mass of fruit equatorial diameter. Also, Aldazábal *et al.* (2002) mentioned that, the relationship between the volume and weight equatorial measures, ball-type tomatoes, is more influenced by the polar diameter.

Sin embargo, dada la importancia que ha adquirido el uso de abejorros como polinizadores, se han desarrollado técnicas de domesticación sobre la utilización de abejorros nativos (Estay, 2009) tal es el caso de *B. ephippiatus* que fue una colonia criada experimentalmente a partir de reinas silvestres, por lo que proponemos continuar con investigaciones de esta especie nativa y ampliamente distribuida en México y Centroamérica, que permitirá desarrollar un producto que abastezca la necesidad que tienen los productores nacionales de tomate. En relación al diámetro ecuatorial, las abejas sin aguijón fueron las que presentaron una mayor medida como efecto de polinización (Cuadro 1); sin embargo, De la Cruz *et al.* (2009), mencionan que el parámetro de diámetro polar influye más sobre la masa del fruto que el diámetro ecuatorial. Asimismo, Aldazabal *et al.* (2002), mencionan que la relación entre el volumen y el peso con las medidas ecuatoriales, en tomates tipo bola, está más influenciada por el diámetro polar.

Para el tamaño del fruto, los mejores resultados fueron para las especies de abejorros con valores de 207.978 g para *Bombus impatiens* y de 199.746 para *B. ephippiatus* (Cuadro 2). Por su parte González (2007) hace mención que los abejorros son la mejor alternativa para obtener frutos de mayor tamaño. Así mismo, podemos mencionar que los abejorros del género *Bombus*, son polinizadores efectivos debido a su mayor tamaño y la densa pilosidad que cubre su cuerpo, generando que se prendan de las anteras y vibrando sus músculos de vuelo sin volar (polinización de zumbido), lo cual permite transferir más granos de polen por visita (Willmer *et al.*, 1994), haciendo de los abejorros unos excelentes polinizadores de cultivos de Solanáceas. Vergara *et al.* (2006), mencionan que *B. ephippiatus*, muestra resultados similares en tamaño, forma, contenido de azúcares y tiempo de maduración, a los producidos con el método tradicional de polinización por vibración mecánica.

Por lo anterior podemos mencionar que la utilización de abejorros como *B. ephippiatus* y *B. terrestres* mejoran la fecundación, incrementando el diámetro polar, tamaño y masa; mientras que las abejas nativas sin aguijón, al ser de climas tropicales en nuestro experimento la actividad forrajera y pecoreadora, estuvo limitada a pocas horas del día, cuando las temperaturas superaban los 25 °C. Por lo que los abejorros son una buena opción en comparación con *Apis meliera* que tienen un comportamiento de nomalinismo, pueden abandonar el nido y junto con el cultivo obteniendo problemas de polinización (Palma *et al.*, 2008).

For the size of the fruit, the best results were for bumblebee species with values of 207 978 g for *Bombus impatiens* and 199 746 for *B. Ephippiatus* (Table 2). González (2007) mentioned that, the bumblebees are the best alternative for larger fruits. Likewise, we can mention that, the bees of the genus *Bombus* are effective pollinators due to their larger size and dense hairs covering its body, causing from turning the anthers and vibrating their flight muscles without flying (pollination zoom) allowing to transfer more pollen grains per visit (Willmer *et al.*, 1994), making bumblebees excellent pollinators of cultivated plants. Vergara *et al.* (2006) mentioned that *B. ephippiatus* shows similar results in size, shape, sugar content and time to maturity to those produced with the traditional method of pollination by mechanical vibration.

Cuadro 2. Comparación de medias de cuatro especies polinizadoras sobre el peso de frutos de tomate.

Table 2. Comparison of means of four pollinator species on the weight of tomato fruits.

Tratamiento	n	Peso del fruto
		Media* ± (SD) Ag
<i>Partamona bilineata</i>	100	171.705 ± (47.752) b
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	100	177.059 ± (50.835) b
<i>Bombus impatiens</i>	100	207.978 ± (47.540) a
<i>Bombus ephippiatus</i>	100	199.746 ± (46.358) a
Testigo	100	174.663 ± (49.891) b

N= número de medidas; *= gramos; SD= desviación estándar; Ag= agrupación mediante tukey.

Therefore we mention that, the use of bumblebees such as *B. ephippiatus* and *B. terrestres* improve fertilization, increasing the polar diameter, size and mass; while native stingless-bees, being tropical climates in our experiment forage and pecoreadora activity was limited to a few hours, when temperatures exceeded 25 °C. As the bees are a good option compared to *Apis meliera* having nomalinismo behavior may leave the nest and getting together with the crop pollination problems (Palma *et al.*, 2008).

Conclusions

Bumblebees had the largest effect on the polar diameter, mass and fruit quality; *Bombus impatiens* being, the species with the best results; however, this an introduced species, so it could present potential effects on the exclusion of

Conclusiones

Los abejorros registraron el mayor efecto en el diámetro polar, masa y calidad del fruto; siendo *Bombus impatiens*, la especie con los mejores resultados; sin embargo, esta una especie introducida, por lo que pudiera presentar posibles efectos en la exclusión de especies nativas. Por su parte *Bombus ephippiatus* es una especie nativa, pero se ha dificultado la cría, por lo que investigaciones futuras estarán encaminadas a la producción masiva de este polinizador.

Literatura citada

- Aldazábal, R. M.; Zamora, P. R. y Celeiro, R. F. 2002. Relación entre el volumen y el peso con las medidas lineales del fruto del tomate, cultivado en verano. Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 332:55-58.
- Agroexpo S. A. de C. V. http://agroexpo.com.mx//tienda/catalog/product_info.php?cPath=13_32&products_id=1689&osCsid=5c69959b1f91318059f4e27c67ae2943.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Himenóptera: Apidae: Meliponini). Folia Entomol Mex.
- Buchmann, S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. *In: handbook of experimental pollination biology*. Jones, C. E. and Little, R. J. (Eds.). Van Nostrand Reinhold, New York, 73-113.
- Buchmann, S. L. 1992. Buzzing is necessary for tomato flower pollination. Bumble-Bee Quest. 2:1-3.
- Camargo, J. M. F. and Silvia, R. M. 2003. Meliponini neotropicales: o gênero *Partamona Schwarz* (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomia e biogeografia. Rev. Bras. Entomol. 3:47.
- Cunningham, S. A.; FitzGibbon, F. and Heard, T. A. 2002. The future of pollinators for Australian agriculture. Austr. J. Agr. Res. 53:893-900.
- De la Cruz, L.; Estrada, B. M. E.; Robledo, T. V.; Osorio, O. R.; Márquez, H. C. y Sánchez, H. R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad y Ciencia. 25(1):59-67.
- Estay, P. 2009. Control de calidad de polinizadores (*Bombus*). Inia La Platina. Santiago, Chile. 25 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. Corps economic indicators by country. (http://http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#DOWNLOAD).
- Free, J. B. 1993. Insect Pollination of Corps. 2nd ed. Academic Press, London.
- Fuentes, M. E. y Madrid C. A. 2003. Biología de *Bombus ephippiatus* Say (Hymenoptera: Apidae). Tesis de Licenciatura. Departamento de Química y Biología. Universidad de las Américas de Puebla. 72 p.
- Gonzales, R. R.; Canto, A. A.; Rodríguez, R. R. y Medina, M. L. 2011. Distribución y diversidad de nidos de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en el jardín botánico regional Xiitbal Neek del CICY en Mérida, Yucatán. *In: Memorias del VII seminario mesoamericano de abejas nativas*, Cuatzalan, Puebla, México. 191-195 pp.

native species. Meanwhile *Bombus ephippiatus* is a native species, but has been hampered breeding, so that future researches will be aimed at the mass production of this pollinator.

End of the English version



- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2007. Censo Agropecuario 2007. VIII Censo Agrícola Ganadero y Forestal. México, D. F. México.
- Nates, P. G. 2005 Abejas silvestres y polinización. Manejo integrado de plagas y agroecología. 75:7-20.
- Oliveira, C.; Breno, M. F.; Silva, L.; Silva, M. and Abrahao, I. 2005. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasilia. 40(12):1197-1201.
- Palma, G.; Quezada, J. J.; Reyes, V.; Meléndez, V. and Moo, H. 2008. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hymenoptera: Apoidea). J. Appl. Entomol. 132:79-85.
- Roselino, A. C.; Santos, S. B.; Hrncir, M. and Bego, L. R. 2009. Differences between the qualities of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona aff. depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. Genetics Mol. Res. 8(2):539-545.
- Semmens, T. D. and Turner E. 1993. *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae) now established in Tasmania. J. Aust. Entomol. Soc. 32:346-352.
- Torres, R. A. and Jones, R. W. 2012. comparison of the efficiency of the bumble bees *Bombus impatiens* and *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of tomato in greenhouses. J. Econ. Entomol. 105(6):1871-1877.
- Torreta, J. P.; Medan, D and Abrahamovich, A. 2006. First record of the invasive bumblebee *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in Argentina. Transactions of the American Entomological Society. 132:285-289.
- Valtthuis, H. W. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie. 37:421-451.
- Vergara, C. H.; Fonseca, B. P. and Aguirre, S. A. 2006. Evaluación de la eficiencia de *Bombus ephippiatus* Say (Hymenoptera, Apidae) como polinizador de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *In: Memoria del 4º Encuentro de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Agroindustrial en el estado de Puebla*. Puebla, Puebla.
- Willmer, P. G.; Bataw, A. A. and Hughes, J. P. 1994. The superiority of bumblebees to honeybees as pollinators - insect visits to raspberry flowers. Ecol. Entomol. 19:271-284.
- Winter, K.; Adams, L.; Thorp, R.; Inouye, D.; Day, D. and Ascher, J. and Buchmann, S. 2006. Importation of non-native Bumble bees into North America: potential consequences of using *Bombus terrestris* and other non-native bumble bees for Greenhouse Crop Pollination in Canada, Mexico, and the United States. White Paper of the North American Pollinator Protection Campaign. 33 p.