

Consecuencias de la electropolución causada por la telefonía móvil en los hábitos de las abejas (*Apis mellifera* L.)

Consequences of electropollution caused by mobile telephony in the habits of bees (*Apis mellifera* L.)

LEGUIZAMO-HERNÁNDEZ, Miriam†* & CONTRERAS-RAMOS, Juan

Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla

ID 1^{er} Autor: *Miriam, Leguizamo-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-8399-0411, Researcher ID Thomson: P-5243-2018, CVU CONACYT ID: 514557

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Contreras-Ramos* / ORC ID: 0002-2145-3581, Researcher ID Thomson: Q-4125-2018

Recibido: Septiembre 20, 2018; Aceptado: Noviembre 29, 2018

Resumen

La disminución de la población de las abejas a nivel mundial, se debe al uso indiscriminado de fungicidas y pesticidas de acuerdo con Díaz (2015). Actualmente hay otra posible causa poco conocida o difundida y se debe a la electropolución generada por transformadores, electrodomésticos, telefonía celular y señales Wi-Fi. A las abejas y aves migratorias esta radiación artificial las desorienta ocasionándoles la muerte al perderse ya que no pueden llegar a su destino (Warnke, 2007). En esta investigación se expusieron abejas a la radiación emitida por un celular que transmite un SAR equivalente a 1,49 W/Kg y el 52% reaccionaron moviendo el abdomen en dirección del celular, también se observó que el número de llamadas afecta el tiempo de escape de las abejas al ser liberadas de la trampa de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha_{0,05}$). En condiciones normales las abejas no presentaron el comportamiento anteriormente mencionado. Como solución se expone la creación de una antena para rechazar la radiación emitida por la telefonía celular para proteger las colmenas disminuyendo los altos niveles de radiación. Se espera reforzar esta hipótesis con una segunda fase de este proyecto.

Apis mellifera L., Electropolución, Colapso

Abstract

The decrease in the population of bees worldwide is due to the indiscriminate use of fungicides and pesticides according to Díaz (2015). Currently there is another possible cause little known or widespread and is due to the electropollution generated by transformers, appliances, cell phones and Wi-Fi signals. To bees and migratory birds this artificial radiation disorients them, causing them to die when they get lost, since they can not reach their destination (Warnke, 2007). In this research bees were exposed to the radiation emitted by a cell phone that transmits a SAR equivalent to 1.49 W / Kg and 52% reacted by moving the abdomen in the direction of the cell phone, it was also observed that the number of calls affects the time of escape of the bees when released from the trap according to the Tukey test ($\alpha_{0.05}$). Under normal conditions bees did not exhibit the aforementioned behavior. As a solution, the creation of an antenna to reject the radiation emitted by the cellular telephony to protect the hives decreasing the high levels of radiation is exposed. It is expected to reinforce this hypothesis with a second phase of this project.

Apis mellifera L., Electropollucion, Collapse

Citación: LEGUIZAMO-HERNÁNDEZ, Miriam & CONTRERAS-RAMOS, Juan. Consecuencias de la electropolución causada por la telefonía móvil en los hábitos de las abejas (*Apis mellifera* L.). Revista de Tecnologías en Procesos Industriales. 2018, 2-5: 7-15

*Correspondencia al Autor (mirislh@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En los últimos 20 años, según Córdoba (2014), se ha registrado una disminución en el número de población de las colonias de Abejas domésticas (*Apis mellifera*) y silvestres llegando incluso a su desaparición en los apiarios comerciales. Si bien, este fenómeno no es nuevo ya que desde 1868 en que se reportó en Tennessee (USA) la primera desaparición colectiva de abejas, se han registrado en la Unión Americana a la fecha 18 ocurrencias de este evento a nuestros días (Van Engelsdorp *et al.* 2009).

A este evento notorio sobre todo en los países desarrollados se le ha denominado a partir del 2006 el “**Desorden del Colapso de las Colmenas**” o CCD (Colony Collapse Disorder por sus siglas en inglés), este fenómeno se comenzó a manifestar fuertemente sobre todo en los países desarrollados en la primera década del siglo XXI, en el verano del 2006 en los Estados Unidos de América de costa a costa los apicultores reportaron la pérdidas del 30 al 35% de sus colmenas (600 a 700 mil colmenas) sin que se conociera la causa de este fenómeno (Johnson 2010, Verde 2010). En la primera década de presente siglo se presentó la misma situación en Canadá, Alemania, Nueva Zelanda, Austria, España, Polonia y Suiza, y se indica que Suiza se perdió un 30 % de las abejas en el invierno sin dejar rastro a causa de dicho “**colapso**”; lo cual representó para este país un total de 500 millones de abejas desaparecidas en ese año (Verde, 2010).

Warnke (2007), concuerda con lo anterior y menciona que en Inglaterra se presentó un hecho similar en las primeras décadas del siglo XX; en México ocurrió lo mismo, dos veces en los años setenta, sin embargo, se daba un proceso de recuperación natural de las colonias inducido por los apicultores en sus apiarios.

Actualmente es diferente debido a que casi donde quiera que se ha presentado el “**Colapso**” ha impactado con fuerza a las poblaciones de abejas hasta casi su desaparición en algunas lugares, como en el caso de las islas de Wriarth en Inglaterra han desaparecido las abejas quedando menos del 10% de la población Garza (2013).

La importancia de las abejas radica en sus funciones como polinizadoras ya que tienen un alto nivel de especialización y ninguna otra especie de abeja u insecto la puede sustituir; 2008 fue el peor año de la apicultura en Estados Unidos donde se estimó una reducción de la población total de las abejas de un 35 % (Johnson 2010, Verde 2013).

La agricultura depende en mayor o menor medida de las abejas polinizadoras, que es la base de la alimentación para la humanidad; su impacto negativo generaría un daño insalvable para la producción de alimentos e insumos a nivel mundial ya que su influencia en la producción de alimentos se estima en 215 mil millones de dólares en el mundo, la actividad de polinización que efectúan las abejas anualmente en Estados Unidos es de 15,000 millones de dólares (Garza 2013, Warnke 2007, Johnson 2010, Galeana 2015); mientras que en México se estima que la aportación de las abejas en la polinización de cultivos fue de \$17 452 422.068 de pesos anuales (Infosiap, 2015, Jaramillo 2015).

Para que a una colmena se le pueda considerar sana debe cubrir ciertas características contempladas en la Guía Práctica sobre el Manejo Técnico de Colmenas (Teca-FAO 2010), donde se indica que en condiciones ideales la colmena debe estar orientada al sur, cerca de manantiales, lagos o ríos limpios y con cobertura vegetal. La temperatura interna de la colmena debe ser entre 34° a 38° C (Guajardo, 2009). Si alguna de las condiciones mencionadas se ve afectada, la colonia se estresa. El estrés en las abejas es el estado inmediato a la enfermedad que presenta un organismo o una de sus partes por haberles exigido un rendimiento muy superior a lo normal ya que afecta su estado natural (Valega, 2009). Las causas que ocasionan estrés en las abejas son diversas y algunas son responsabilidad del ser humano (Guajardo, 2009).

Las investigaciones realizadas para determinar las causas del “**Desorden del Colapso de las Colmenas**” o CCD, indican que este puede ser un evento multifactorial causado por la acción individual o conjunta de dos o más factores actuando en sinergia contra la población de abejas, y que pueden sintetizarse en las siguientes causas:

a) **Agentes físicos** (clima, radiactividad solar, electromagnéticos naturales (o por la civilización Torres de frecuencias, celulares, Torres de electricidad).

b) **Agentes químicos** pesticidas, plaguicidas (se acusa sobre todo a los neonicotinoides), funguicidas, y contaminación ambiental por químicos modernos sintéticos no existentes en la naturaleza.

c) **Biológicos** plagas, enfermedades (el *N. ceranae* causante de la neosimosis ha sido asociada a este síndrome o colapso) y un aumento de depredadores.

d) **Disfunciones conductuales, fisiológicas y genéticas.**

e) **Bioteconológicos** (cultivos y microorganismos genéticamente modificados cuyo contacto es perjudicial para las abejas).

f) **La agricultura moderna** con el predominio de monocultivos ha sido también evaluada como una posible causa por autores como Van Engelsdorp *et al.* 2009, Johnson 2010, Galeana 2015, Watson y Stallins 2016.

La electropolución o contaminación electromagnética de acuerdo Ruiz (2011) es un fenómeno característico de la civilización humana que se ha demostrado afecta de diferentes formas la orientación de las abejas es el fenómeno que estudiamos en el presente escrito. Wanke (2007), menciona que las abejas emplean el campo magnético terrestre y sus oscilaciones diarias para orientarse y comunicarse, y en el medio natural existen campos electromagnéticos oscilantes en varios órdenes de magnitud.

La naturaleza ha creado órganos de los sentidos en diferentes especies (insectos y aves) que seleccionan algunas frecuencias e intensidades muy específicas de este océano de ondas, las analizan y las convierten en señales de orientación acorde con Warnke (2007), y Bravo (2013).

Otro mecanismo que emplean las abejas es la posición del sol con respecto a su colmena y los sitios que visitan en busca de agua, polen y néctar conforme Quero (2004).

Darci *et al.* (2000), y Sharma Kurma (2010), señalan que en las abejas la magnetita es responsable de la sensibilidad a los campos magnéticos que le ayuda a percibir dicho campo para lograr orientarse, en sus viajes de exploración y regreso a sus colmenas. Se ha encontrado presente en todos los animales que pueden orientarse con su propia brújula; el tejido de las abejas tiene altas concentraciones de magnetita. En las abejas la magnetita está presente en una banda en el abdomen, en las antenas, en la cabeza y en el espolón (uñas) de las abejas sin aguijón.

Existen evidencias de que el uso de las tecnologías en comunicaciones inalámbricas que funcionan con frecuencias y radiaciones magnéticas como la telefonía celular, estas están interfiriendo con la capacidad de las abejas y otros insectos polinizadores estresándolos para orientarse adecuadamente rumbo a sus centros de recolección o guaridas, (Grille y Calviño, 2011). Otros estudios han encontrado evidencias de que la electro polución aun en períodos cortos de dos veces a la semana, al conectar el celular a las paredes de la colmena realizando llamadas de 15 minutos, el efecto toda la colonia, pero sobre todo influía negativamente en la postura de la abeja reina reduciendo la cantidad de huevecillos obreras y estimulando la postura de zánganos, lo que al final se traducía en un descenso de la población de la colonia afectada (Sharma y Kurma 2010).

De acuerdo a Warnke (2007), las abejas tienen capacidad para adaptarse a los cambios magnéticos siempre que los cambios sean estables durante más tiempo. Ya que memorizan la topografía del terreno donde vuelan con ayuda del campo magnético y esta información es útil cuando esta nublado y el sol permanecen oculto. Si el campo magnético está en continuo cambio se hace imposible el aprendizaje para las abejas; dicha situación es la que afecta a las abejas debido a que las ondas de radio generadas por los sistemas de telecomunicaciones hacen que el ambiente cambie constantemente día y noche. Además este autor menciona que en Alaska el ejército de la Marina de Estados Unidos instaló 180 torres conformando el sistema de antenas emisor más potente sobre la tierra; este sistema es capaz de comunicarse con submarinos en las profundidades del océano y de escanear el horizonte como un potente radar terrestre.

Las frecuencias emitidas por estas antenas inducen una turbulencia iónica que provocan campos magnéticos artificiales que interfieren con el terrestre. Este fenómeno enmascara los efectos naturales del sol sobre la ionosfera y las abejas pierden una referencia importante.

Garza (2013), menciona que en México, aparentemente no existen investigadores que estén haciendo trabajos en electropolución, enfocados al colapso de las colonias de abejas, aunque si hay alarma entre los apicultores de diferentes regiones del país por las muertes o desapariciones registradas pero se desconocen las causas de este fenómeno. A diferencia de Guatemala y Brasil que si están asistiendo a los Estados Unidos de América a informarse para atender la situación. Es entonces indispensable determinar si la electropolución es un factor desorientador de abejas llevándolas a la muerte. El objetivo del presente estudio fue medir el efecto de las ondas de comunicación emitidas por las frecuencias de los celulares en el comportamiento de las abejas.

Materiales y Métodos

Localización

El experimento se efectuó en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla (ITSSNP) localizado de Zacatlán, en la Sierra Norte de Puebla ubicado en las coordenadas 19.960195 de latitud y -97.968788 de Longitud con una altitud de 2104 mts.

El experimento se llevó a cabo en los jardines de dicho instituto debido a que se facilitó el seguimiento y control del experimento por la abundancia de flora que existe en el sitio, en especial de diente de león (*Taraxacum officinale*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), ver figura 1, y que son visitadas por grandes cantidades de abejas obreras.



Figura 1 Flora Local: que se indica en el párrafo anterior (Izquierda Trébol blanco, Derecha diente de León) en los meses en que se desarrolló el experimento en el ITSSNP

Desarrollo del experimento

La selección de las abejas fue al azar, las cuales se atraparon con vasos de plástico, posteriormente se liberaron en un recipiente de plástico transparente de forma ovalada. En dicho recipiente, en una primera fase se colocó el celular con la antena hacia arriba (Figura 2) para obtener un mayor nivel de radiación (SAR por sus siglas en inglés), del mismo modo y en una segunda repetición con la antena hacia abajo para disminuir la intensidad de la radiación.



Figura 2 Desarrollo del Experimento 1 con las abejas capturadas expuestas a la radiación del celular

En la primera fase se tuvieron cinco repeticiones del experimento variando la cantidad de llamadas como se observa en la tabla 1. El celular permaneció con la antena expuesta directamente a las abejas. En el segundo experimento se repitió todo el procedimiento sin celular con las cinco abejas quienes permanecieron en la trampa durante los tiempos aproximados en que las abejas permanecieron en el primer experimento con el celular como se puede observar en la tabla 2. Cabe hacer mención que para cada repetición se capturaron abejas nuevas para disminuir el daño causado por la radiación y manejo. En total se hicieron 70 repeticiones con 350 abejas.

Descripción del experimento

El promedio de captura por cada grupo de abejas fue de cinco minutos, el tratamiento consistió en mantener a las cinco abejas en el recipiente ovalado junto con el celular y se aplicaba la llamada, desde el inicio de la primera llamada se procedía a registrar los tiempos y observar el comportamiento individual y colectivo de las abejas capturadas para también registrarlos.

El celular que se utilizó en el experimento emite un SAR equivalente a 1,49 W/Kg (pijamasurf, 2014). Para seres humanos en Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) establece como límite un valor de 1,6 W/Kg de impacto sobre 1 gramo de tejido. En Europa, la UE establece este mismo límite en un valor de 2 W/Kg, basándose en un impacto sobre 10 gramos de tejido (Fiorotto, 2013).

Tratamiento (Número de llamadas)	Con antena hacia arriba	Con antena hacia abajo	Sin Celular	Tiempos de exposición de las abejas al celular (minutos)
1	*	*	*	1
2	*	*	*	2
3	*	*	*	3
4	*	*	*	4
5	*	*	*	

Tabla 1 Tratamientos estudiados en el experimento con abejas.*Significativo al 0.05 de probabilidad

Análisis de los datos

Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar y se analizó con el Statistical Analysis System (SAS) con el procedimiento ANOVA de los datos recolectados.

El Modelo completamente al azar es el que se utilizó para experimentar con las abejas. Y consistió en que en cada repetición se introducían cinco abejas y el tratamiento radicó en aplicar gradualmente llamadas de uno a cinco minutos como se puede observar en las tablas 2 y 3.


	Tratamiento	Número de Llamadas	Tiempo de la abeja en Cautiverio
	Tratamiento 1	1	Un minuto
	Tratamiento 2	2	Dos Minutos
	Tratamiento 3	3	Tres Minutos
	Tratamiento 4	4	Cuatro Minutos
	Tratamiento 5	5	Cinco Minutos

Tabla 2 Tratamientos con aplicación de llamadas estudiando el efecto SAR en las Abejas (primavera verano 2015)



	Tratamiento	Número de Llamadas	Tiempo de la abeja en Cautiverio
	Testigo 1	0	Un minuto
	Testigo 2	0	Dos Minutos
	Testigo 3	0	Tres Minutos
	Testigo 4	0	Cuatro Minutos
	Testigo 5	0	Cinco Minutos

Tabla 3 Tratamientos con cero llamadas o cero efecto del celular sobre la abejas testigos (primavera verano 2015)

Resultados y discusiones

El análisis de datos se hizo con un 95 % de certeza y de acuerdo al análisis de varianza y tukey ($\alpha_{0.05}$). Y se encontró que si hay un efecto negativo en el comportamiento de las abejas al tratar de comunicarse entre ellas y en ubicarse ya que el tiempo de escape de las abejas tiende a aumentar a medida que aumenta el tiempo de exposición a la radiación emitida por el celular, los resultados se presentan en el tabla 4.

Es importante mencionar que el celular emite mayor radiación del lado de atrás, ya que tiene la antena junto a la bocina, la menor emisión de radiofrecuencia se ubica del lado de la pantalla.

Tratamiento	Numero de abejas que estuvieron volando en la trampa durante el experimento	Tiempo de escape de las abejas al ser liberadas	Número de abejas estáticas
5 llamadas	1.0 ns	7.2 a	4.0
4 llamadas	0.7	3.5 ab	4.2
3 llamadas	1.0	2.5 b	4.0
2 llamadas	2.0	2.2 b	3.0
0 llamadas	1.7	1.7 b	3.2

Tabla 4 Tiempo de escape de la trampa de las abejas (*Apis Melifera*) sometida a la radiación de celular (primavera verano 2015)

A continuación se describen los resultados de cada experimento

Experimento 1

Una de las variables que se consideró en el experimento fue la de eliminar el sonido del celular debido a que las antenas de las abejas son altamente sensibles, siendo responsables del tacto, oído y olfato con órganos sensoriales, en forma pilosa y en placas o poros, con 3.000, por antena en la reina, 3 600 a 6 000 en la obrera y con 30 000 en el zángano (Padilla *et al.* 2007).

LEGUIZAMO-HERNÁNDEZ, Miriam & CONTRERAS-RAMOS, Juan. Consecuencias de la electropolución causada por la telefonía móvil en los hábitos de las abejas (*Apis melifera L.*). Revista de Tecnologías en Procesos Industriales. 2018

De acuerdo a Nashaat (2013), la perturbación de las abejas al intentar comunicarse, en condiciones de sonidos emitidos por los celulares, posiblemente se debe a que las abejas melíferas en condiciones naturales producen sonidos en frecuencia más bajas de alrededor de los 450 HZ, y con frecuencia de amplitud normalizada 0.0 a 0.4, pero cuando son perturbadas por las frecuencias de los celulares, sus sonido de comunicación aumenta a frecuencias de hasta 1.5 KHz y una intensidad amplitud de 0.7.

En el experimento, realizado en el ITSSNP, se observó que el efecto negativo de la radiación emitida por las llamadas al celular se presenta especialmente en el tiempo de escape de las abejas al ser liberadas de la trampa, este efecto lo encontramos desde la primera llamada que realizamos en que el tiempo de salida de la abeja aumentaba gradualmente y comenzaba a ser importante a partir de la cuarta llamada (ab).

En condiciones normales con cero llamadas (experimento dos), las abejas jamás presentaron el comportamiento anteriormente mencionado.

Dentro del experimento uno, aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas en las demás variables (permanecer estáticas o volando en la trampa), si se observó que el 22.4 % de las abejas presentaron un comportamiento específico al estar expuestas a la antena del celular en la trampa, independientemente del número de llamadas había sujetos de prueba que perdían el equilibrio, el abdomen, parte de sus extremidades y una de sus alas la inclinaban hacia el celular.

El 12% perdía el equilibrio cayendo indistintamente al avanzar hacia uno de sus costados, y el último efecto secundario que se presentó en el 17.6 % de los casos fue cuando dos abejas se llegaban a encontrar a dos centímetros aproximadamente cerca del celular, estas cruzaban sus antenas y Warnke (2007), menciona que cuando esto ocurre es porque las abejas se comunican por medio de un intercambio eléctrico.

Si la abeja permanecía por un lapso de cuatro minutos o más expuesta a la radiación directa que emitía el celular (en la tapa posterior del mismo), las abejas tardaban más de siete minutos en salir de la trampa comparado con las que estuvieron tres minutos o menos expuestas a la radiación. Esto evidencia que las abejas al ser expuestas a la radiación de la telefonía móvil presentan un tiempo de tolerancia y resistencia a la radiación de tres minutos sin presentar signos evidentes de afectación.

La abeja que estuvo expuesta al celular con la antena hacia abajo tardaron en salir de la trampa en promedio seis minutos.

El tiempo de recuperación de las abejas atrapadas en el ITSSNP y expuestas a la radiación de frecuencia del celular fue semejante al que menciona Nashaat *et al.* (2013), quien estudio la respuesta de las abejas a la radiación emitida por celulares y un bloqueador de llamadas.

Para las llamadas de celular estudio 10 escalas de duración de las llamadas (0 a 30 cada tres minutos), determinando que durante los primeros 12 minutos la frecuencia emitida por las abejas era aparentemente normal, y que la misma se incrementaba a partir de los 15 minutos de exposición al celular hasta a los 19.16 minutos en que la frecuencia emitida por las abejas era 1.52 KHz lo que indicaba una alta perturbación en las abejas afectadas, determinado que el tiempo de recuperación de las abejas fue de 3.3 minutos.

Nashaat y sus colaboradores (2013), repitieron la experiencia pero con las abejas expuestas a la radiación emitida por el jammer (bloqueador de señales de celulares y GPS que transmite señales similares a las del teléfono móvil pero con mayor potencia de transmisión).

Las abejas comenzaron a producir sonidos con mayor intensidad y a frecuencias más altas después de un tiempo más corto que con teléfono móvil. Después de apagar el jammer, las abejas no volvieron a su caso normal hasta después de más de trece minutos para darse cuenta de que las olas de emisión ya no existían y porque el efecto del jammer es más dañino que el del teléfono móvil.

Determinando al final de los dos experimentos, que el tiempo necesario para que las abejas comiencen a ser afectadas depende esencialmente de la potencia de transmisión de la fuente de las ondas.

Experimento 2 (testigo)

Las abejas que fueron capturadas y que permanecieron en la trampa sin ser expuestas al celular (control), durante los mismos tiempos en que las abejas estuvieron con celular se comportaron diferente ya que aproximadamente dos abejas en cada muestra en promedio posaban en la trampa limpiándose las pata, las antenas, las alas y la lengua mientras que el resto volaba por la trampa y el promedio de escape de las cinco abejas fue de dos minutos máximo.

También se entrevistó en la Sierra Norte de Puebla a dos apicultores, Crescencio Galindo del municipio de Ixtacamaxtitlan y del municipio de Zacatlán a Norberto L. Vargas quienes manifiestan que el número de enjambres en el periodo de emigración han disminuido, coinciden que aproximadamente veinte años atrás era muy común ver enjambres en el verano buscando donde establecer su colmena, y era más fácil hacer crecer sus apiarios al atrapar esos enjambres.

Otro dato que aportan es que al haber instalado sus antenas de telefonía celular en sus viviendas cerca de los apiarios las abejas desaparecieron poco a poco o murieron y ahora solo cuentan con una sola colmena cuando hace unos diez años contaban con al menos diez colmenas. Warnke (2007), también expone el caso del investigador y apicultor Ferdinand Ruzicka quien menciona que observo marcado nerviosismo en sus colmenas y reducción de las colmenas sin causa aparente y salida de las abejas en invierno; todo ocurrió justo después de que instalaron antenas de telefonía móvil muy cerca de su apiario.

Se entrevistó al Ing. Marlon Quiroz de Desarrollo Rural del Distrito 02 Zacatlán quien menciona que los municipios más importantes en apicultura para este distrito son en primer lugar Tepetzintla; en menor medida Tepango, Ahuzatepec, Ixtacamaxtitlan Tetela y Tlamanca de Hernández.

Tepetzintla se caracteriza por ser una localidad de alta marginación y de difícil acceso con deficiente servicio de telefonía celular, lo que puede ser una razón por la cual estos municipios de Puebla no reportan reducciones o desaparición de apiarios, no obstante, se requiere comprobar dicho supuesto con nuevas investigaciones en dichos municipios aplicando una metodología que sume la experiencia empleada por Sharma y Kumar (2010) y Nashaat y sus colaboradores (2013).

Conclusiones y Recomendaciones

Se experimentó con las abejas nativas de la zona, al hacer los trabajos se fue conociendo un poco más sobre ellas en la región, identificando factores nuevos que brindan la oportunidad de hacer ensayos como es el caso de probar con una colmena, medir la radiación emitida por una antena de celular o probar el grado de magnetismo de las abejas.

Sin embargo, el factor tiempo invernal no lo permite. Hasta este punto se puede afirmar que la exposición prolongada a la radiación de un celular si puede modificar el comportamiento de las abejas desorientándolas y aunque estadísticamente no hay significancia si hay un 52 % de comportamientos adversos en las abejas que si estuvieron expuestas a la radiación del celular. Por ello, esperamos reforzar estas hipótesis con una segunda fase de este proyecto.

Se recomienda generar reservas geográficas alejadas de la electropolución para proteger las abejas. Monitorear los niveles de radiación electromagnética cerca de apiarios y reservas ecológicas. Probar la antena para rechazar los niveles de radiación elevados. Evitar instalar antenas de telefonía celular cerca los apiarios. Referente al uso del celular se sugiere enviar mensajes o whatsapp para evitar generar radiación al realizar llamadas.

Referencias

- Bravo, M. (2013). La orientación y la comunicación de las abejas. Revisado: 31 de octubre de 2015. De: <https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=la%20orientacion%20y%20la%20comunicacion%20de%20las%20abejas>
- Córdoba Aguilar, Alejandro (2014). En aumento, el colapso de la colmena. Revisado: 14 de octubre de 2018. En: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2014_314.html
- Darci M. S. Esquivel, Eliane Wajnberg, Léa J. El-Jaick, Daniel Acosta-Avalos, Marília P. Linhares (2000). Efectos del campo geomagnético en insectos sociales. Revisado: 24 de junio de 2016. En: <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen3/numero2/articulos/articulo5.html>
- Díaz Meraz, Ricardo Andrés (2015). Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en dos especies de abejas: *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae). Revisado: 14 de octubre de 2018. En: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4576/1/CPA-2015-029.pdf>
- Fiorotto, Andrés (2013). Cuanta radiación emiten los smartphones actuales. Revisado: 12 de Julio 2016. En: <http://www.redusers.com/noticias/cuanta-radiacion-emiten-los-smartphones-actuales/>
- Galeana R., A. 2015. Parasitosis de las abejas melíferas (acarapis, nosema y varroa) en función de las condiciones climáticas: Caso del Estado de Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México.
- Garza A., V. (1 de abril de 2013). Colapso de las colonias de abejas. Revisado: 18 de noviembre de 2015. In: http://www3.colech.edu.mx/ObservatorioAmbiental/Documents/Hojas%20T%C3%A9cnicas/HT_No.1.pdf
- Guajardo, D. (2009, Diciembre 16). Factores de estrés en apicultura. Revisado: 31 de octubre de 2015. De: <http://www.diariodelagro.cl/5255/factores-de-estres-en-apicultura>
- Grille Adriana, Calviño María (2011). Factores de estrés en apicultura. Revisado: 12 de Julio 2016. En: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/7554/articulos-otros-temas-archivo/factores-de-estres-en-apicultura.html>
- Infosiap.Siap (2015). Producción agrícola 2015. Ciclo: Cíclicos y Perennes 2015. Revisado: 12 de Julio 2016. En: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/
- Jaramillo Villanueva José Luis (2015). Estudio estrategico. Evaluación y Determinación de la Escala. Mínima Rentable, de Unidades Productivas para Emprendedores en el Campo Poblano. Revisado: 31 de octubre de 2015. http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/puebla/Documents/Difusi%C3%B3n/TAMA%C3%91O_M%C3%8DNIMO_RENTABLE-Puebla.pdf
- Johnson Renée 2010. Honey Bee Colony Collapse Disorder, Congressional Research Service, CRS Report for Congress, www.crs.gov, USA, RL33938
- Nashaat El Halabi, Achkar Roger, Gaby Abou Haidar. 2013. The Effect of Cell Phone Radiations on the Life Cycle of Honeybees, ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/246044829>
- Padilla A. F., Flores S. J. M., Pérez R. A.J. 2007. Los órganos de los sentidos de las Abejas (I): Ojos y Antenas. El Colmenar, n 87 julio-septiembre de 2007, Vigo, España.
- Pijamasurf.com (2014). Estos son los teléfonos celulares que emiten más y menos radiación (LISTA ACTUALIZADA 2014). Revisado: 12 de Julio 2016. En: <http://pijamasurf.com/2014/06/estos-son-los-telefonos-celulares-que-emiten-mas-y-menos-radiacion-lista-actualizada-2014/>
- Quero, A. (Julio de 2004). Las abejas y la Apicultura. Revisado: 14 de diciembre de 2015. En: http://www.mieldemalaga.com/data/Las_abejas_y_la_apicultura.pdf

Sharma V. P., Kumar N.R. 2010. Changes in honeybee behaviour and biology under the influence of cellphone radiations. *Current Science*, Vol. 98, No. 10, p 1376-1378. May 2010. USA

Ruiz, Irune (2011). Contaminación Electromagnética. Revisado: 14 de octubre de 2018. En: http://www.apdr.info/electrocontaminacion/Documentos/Artigos/CEM_Irune_2011.pdf

Teca-Fao (2010). La guía práctica sobre el manejo técnico de colmenas. *Tecnologías y practicas para pequeños productores agrarios (TECA)*, FAO. Revisado: 31 de octubre de 2015. De: http://teca.fao.org/sites/default/files/resources/manejo_colmenas.pdf

Van Engelsdorp Dennis, Evans Jay D, Saegerman Claude, Chris Mullin, Eric Haubruge, Bach Kim Nguyen, Maryann Frazier, Jim Frazier, Diana Cox-Foster, Yanping Chen, Robyn Underwood, David R. Tarpy, and Jeffery S. Pettis. 2009. Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study *PLoS One*. 2009; 4(8): e6481. Justin Brown, Editor. Published online 2009 Aug 3. doi: 10.1371/journal.pone.0006481 PMID: PMC2715894

Valega, O. (2009, Marzo 17). Estrés en las Abejas. Revisado: 31 de octubre de 2015. De: http://www.apiservices.com/articulos/estres_abejas.htm

Verde, M (2010). Síndrome del desorden del colapso de las colmenas (DCC). Revisado: 13 de mayo de 2017. En: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTAS%2003/20%20SINDROME%20DEL%20DESORDEN.pdf>

Warnke, Ulrich (2007). ABEJAS, AVES Y HOMBRES La destrucción de la naturaleza por la contaminación electromagnética. Revisado: 14 de diciembre de 2015. En: http://www.avaate.org/IMG/pdf/definitivoki_bienbroschuere_spanisch_screen.pdf

Watson Kelly and Stallins J. Anthony. 2016. Honey Bees and Colony Collapse Disorder: A Pluralistic Reframing. *Geography Compass* 10/5 (2016): 222–236, 10.1111/gec3.12266, www.researchgate.net/publication/302065482.