



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

Equipo Abejas

Panamericana y Periférico Sur, Barrio Ma. Auxiliadora,
29230 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México
www.ecosur.mx/abejas - abejas@ecosur.mx
Tel +52 (967) 674 9022

Informe de análisis de la intoxicación masiva y crónica de abejas ocurrida en el municipio de Tizimín, Yucatán entre febrero y abril de 2024

Marco Cupul, Irma Gómez, Eric Vides Borrell y Rémy Vandame

Julio de 2024

Resumen

Se presenta un resumen de las afectaciones determinadas posteriormente a la mortalidad masiva de colmenas de abejas reportada por los apicultores de las comunidades de Chenkekén, San Pedro Juárez, Dzonot Mezo, Tixcancal, San Luis Tzuctuk y Santa Clara Dzibalkú, del municipio de Tizimín, Yucatán, en el mes de marzo de 2024.

Hasta el momento se han documentado 38 apiarios afectados con un total de 536 colmenas afectadas severamente y 233 colmenas con afectaciones parciales, en total 769 colmenas, pertenecientes a 22 apicultores. Los apiarios afectados están localizados en cuatro áreas diferentes que se encuentran ubicadas cerca de ranchos que cuentan con sistema de irrigación. En los meses de la afectación de los apiarios había maíz sembrado en dichos ranchos.

El área de los cuatro perímetros de apiarios afectados documentados es de 32,345 hectáreas. En términos socio-económicos, la intoxicación de abejas en curso tiene una implicación de al menos **4,371,700 pesos mexicanos de pérdidas económicas**, considerando la producción de miel, la necesidad de colonias de abejas, y el servicio de polinización, y **3,630 días de trabajo rural**.

Las muestras de abejas muertas analizadas toxicológicamente, presentaron los insecticidas fipronil y clorpirifos. Así como los metabolitos del fipronil que son el fipronil sulfone y el fipronil sulfide. Las abejas analizadas corresponden a 7 apiarios cercanos a dos de los ranchos mencionados en las áreas cercanas a la comunidad de Chenkekén y a Chan Cenote.

Es importante resaltar que los apicultores de la región habían notado una decrecimiento en sus colmenas desde al menos 6 meses antes de la intoxicación aguda. Es posible que esto se haya debido a los efectos subletales derivados de una intoxicación crónica. De ser el caso, se estaría observando en Tizimín una combinación de intoxicación crónica, de largo plazo, y de intoxicación aguda.

Antecedentes

Desde el 2018 los reportes de muerte de abejas por intoxicación con plaguicidas han aumentado en el municipio de Tizimín. Se ha observado el abandono de colmenas por la aplicación de herbicidas en potreros cercanos a los apiarios y también muertes masivas de abejas por intoxicación con insecticidas aplicados en cultivos de papaya, chile, tomate, maíz y soya¹. A pesar de que algunos grupos de apicultores presentaron denuncias ante PROFEPA por la muerte de abejas, no hubo respuesta de las autoridades, ni reparación de los daños por parte de la empresa agrícola responsable de las aplicaciones de insecticidas que afectaron a las abejas.

¹ En Dzonot Carretero en 2018 y 2019; en Yohactún en 2019 y 2022; en Kalax, Ejido Nuevo y Santa Rosa y Anexas en 2022. Los apicultores de Dzonot Mezo también han tenido pérdida de colmenas por intoxicación de las abejas.

Desde el mes de octubre de 2023 algunos apicultores comenzaron a detectar decrecimiento de las poblaciones de abejas sin observar alguna razón aparente; en particular, no había síntomas de enfermedades de las abejas ni de efectos de una eventual falta de floración.

Posteriormente, entre fines de febrero y mediados del mes de marzo de 2024, los apicultores observaron la muerte masiva de abejas que presentaban claros síntomas de intoxicación por plaguicidas, en particular el despoblamiento muy rápido de las colmenas, que no se puede explicar por otro factor que una intoxicación. Encontraron muchas abejas muertas bajo las piqueras y en el suelo; también abejas desorientadas, que apenas podían volar. De acuerdo con uno de los testimonios “las abejas que iban llegando, se estaban cayendo”.

En los apiarios de las comunidades de Chenkeken, San Pedro Juárez, Santa Clara Dzitbalkú y Dzonot Mezo los apicultores observaron que las abejas de las colmenas que les quedaron, seguían muriendo poco a poco todavía en el mes de junio.

Este informe sólo incluye los datos de 38 apiarios, sin embargo, se sabe de otros apicultores afectados en la zona de San Pedro Juárez y de San Luis Tsuctuk. Apicultores afectados en el Rancho Canarias afirman que hubo apiarios afectados en un rancho ubicado a más de 4 kilómetros de distancia.

Los apiarios afectados se encuentran localizados en 4 áreas diferentes, todas cercanas a algún rancho que en los meses de la muerte masiva de abejas se encontraban produciendo maíz irrigado con sistema de riego, destinado en su mayoría a ensilaje. Se presume que el origen de los insecticidas que intoxicaron a las abejas provino de dichos ranchos. La distancia entre los apiarios afectados y los ranchos sembrados con maíz va desde los 240 metros (Dzonot Mezo) hasta los 6.7 kilómetros (Zona conocida como Santa Cruz).

La mortalidad de 30% de las abejas en un lapso de 48 horas es lo que habitualmente se considera sintomático de una intoxicación aguda, por lo que los casos aquí descritos se refieren a este tipo de intoxicación.

En conjunto con apicultores, comisarios ejidales y la Alianza Maya por las Abejas de la Península de Yucatán Kabnalo'on, se recogió información de 38 apiarios afectados de estas comunidades, para integrar un registro fotográfico y realizar un censo de afectaciones.

Además, se tomaron muestras de abejas intoxicadas de siete apiarios, las cuales se analizaron en el Laboratorio Nacional de Toxicología, del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C, Unidad Apodaca, Nuevo León.

En este marco, los objetivos de este documento son:

- Presentar las evidencias recabadas hasta el momento sobre la muerte masiva de abejas en Tizimín, así como la distribución espacial de apiarios afectados.
- Presentar el censo de apicultores afectados que se registraron.
- Presentar una estimación del aporte económico de las abejas en el municipio de Tizimín, buscando acercarse a una evaluación preliminar del impacto económico de la intoxicación de abejas en curso.
- Presentar los resultados toxicológicos que muestran la presencia de insecticidas en las muestras de abejas analizadas.

Visita a apiarios afectados

Las visitas a los apiarios se realizaron por apicultores organizados de Tizimín y el promotor de la Alianza Kabnalo'on, quienes registraron la ubicación de los apiarios, hicieron recorridos en campo para localizar predios con cultivos, tomaron evidencia fotográfica y colectaron muestras de abejas muertas entre marzo de 2024.

Posteriormente, personal del Equipo Abejas de El Colegio de la Frontera Sur realizó visitas a 3 apiarios afectados entre los días 24 y 25 de mayo. Dos de estos apiarios presentaban poblaciones muy bajas de abejas, por lo que los apicultores retiraron las alzas, pese a ser temporada de cosecha. En el tercer apiario la pérdida de abejas fue total. Durante el mes de mayo también se hicieron vuelos de dron para ubicar las posibles parcelas con cultivos

intensivos en donde se pudo haber aplicado algún plaguicida responsable de la intoxicación de las abejas. Imagen 1.

En conjunto, entre los apicultores locales, la Alianza Kabnalo'on y el personal del equipo de ECOSUR, se registraron 38 apiarios afectados de 22 apicultores.

Colecta de abejas intoxicadas

Entre el 14 y el 20 de marzo apicultores capacitados para la toma y procesamiento de muestras de abejas intoxicadas realizaron la colecta de muestras. Dichas muestras fueron recolectadas en el suelo debajo de las piqueras y en las piqueras, dentro de envases de plástico estériles que se colocaron dentro de una hielera con hielo. Posteriormente se guardaron en un refrigerador a -5° C. Las muestras permanecieron en congelación por 35 días. El día 22 de abril fueron entregadas a personal del Equipo Abejas de ECOSUR, quienes se encargaron de conservar en cadena de frío durante el traslado y hasta la entrega de las muestras al personal de Laboratorio Nacional de Toxicología, en CIATEJ, Unidad Apodaca, el 25 de abril de 2024 en donde se realizaron los análisis toxicológicos.

Censo de apicultores afectados

En este censo registramos la siguiente información: nombre del propietario del apiario; nombre del apiario; número de colmenas presentes en cada apiario; número de colmenas severamente afectadas y número de colmenas afectadas moderadamente de cada apiario; latitud y longitud de los apiarios y fecha de observación de afectaciones.

La información sobre la ubicación de los apiarios fue brindada por los y las mismas apicultoras, en otros casos el promotor de la Alianza Kabnalo'on y personal del ECOSUR realizaron visitas a los apiarios para georreferenciarlos. Dicha información fue sistematizada para hacer una base de datos.

En resumen, un total 22 de apicultores reportaron las afectaciones a 38 apiarios y en 536 colonias de abejas severamente y 233 colonias afectadas parcialmente por disminución de la población. En la tabla 1 se presenta la información por cada localidad.



Figura 1. Imagen tomada a finales del mes de mayo. Se muestran varias parcelas de maíz de riego en fase previa a la cosecha. Foto Cortesía de la Alianza Kabnalo'on

Tabla 1. Registro de apiarios y colmenas afectadas en las diferentes localidades

Localidad o predio	Apiarios Afectados	Colmenas perdidas	Colmenas con baja de población
Chenkekén	6	89	18
Dzonot Mezo	3	68	62
San Pedro Juárez	13	145	93
Rancho Bochén	4	36	34
Rancho Canarias	4	80	10
Santa Clara Dzibalkú	1	10	5
San Luis Tzuctuk	3	70	0
Tixcancal	2	8	11
Predio particular	2	30	0
Total	38	536	233

Distribución espacial de apiarios de colecta de abejas

Registramos afectaciones a 38 apiarios, los cuales fueron georeferenciados. Los datos recolectados permitieron elaborar un mapa de ubicación de los apiarios afectados y de los ranchos cercanos a dichos apiarios (fig. 2).

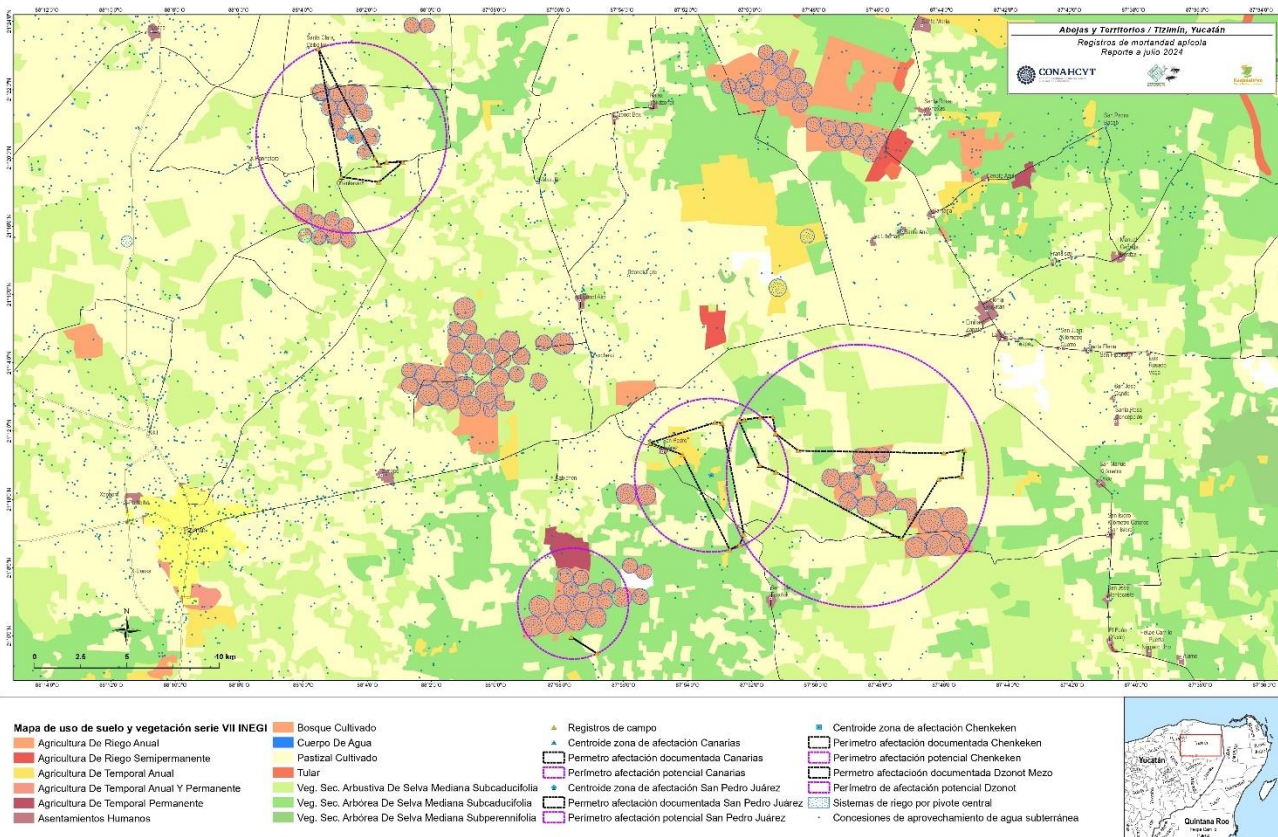


Figura 2. Distribución espacial de apiarios afectados al este y norte de Tizimín.

Detección de cultivos en crecimiento o floración

Con la información espacial de los apiarios afectados obtenida por los recorridos y los testimonios brindados, y tres vuelos con dron consideramos, que es altamente probable que la fuente de intoxicación provenga de los ranchos maiceros con sistemas de riego que están en cercanía a los apiarios afectados.

Los ranchos que se presume son el origen de los insecticidas que provocaron la muerte masiva de abejas están ubicados en cercanía del centroide del perímetro afectado, el cual se determinó con base en la ubicación de ellos apiarios afectados observados. En la tabla 2 se agregan las coordenadas de dichos centroides.

En

Rancho	Latitud	Longitud
1	21.1378	-87.801085
2	21.3272	-88.0474
3	21.1453	-87.8771
4	21.059	-87.8771

Las intoxicaciones de abejas registradas ocurrieron en plena temporada de sequía, entre marzo y junio. En dicha temporada sólo es posible cultivar maíz si se cuenta con sistemas de irrigación.

Los días 24 y 25 de mayo realizamos vuelos con dron para comprobar la presencia de cultivos de maíz en los ranchos que cuentan con sistemas de riego. Pudimos corroborar que los ranchos con sistemas de riego, efectivamente habían sido sembrados con maíz el cual fue cosechado semanas después.

Evaluación del impacto económico de la intoxicación de abejas en Tizimín

Realizamos una estimación de los daños causados por la intoxicación de abejas. Se trata en primer lugar de daños humanos, por afectar al trabajo de decenas de familias campesinas de este municipio, y otra cantidad similar de familias que trabajan en apoyo a los apicultores como mano de obra pagada. También existe un daño ambiental importante, pues además de las abejas de los apicultores, sin ninguna duda, deben estar afectadas las abejas nativas, de las cuales la Península de Yucatán alberga al menos 233 especies. Entre estas especies figura *Melipona beecheii*, parte del patrimonio biocultural del pueblo Maya, bajo el nombre de *Xunan Kab*, y que muy probablemente se encuentra afectada en gran magnitud. Estas dos categorías de daños son difíciles de describir, y deberán ser materia de un análisis detallado.

De manera preliminar, es también posible realizar una estimación de los daños económicos, pues las abejas no sólo contribuyen a la producción de miel, de la cual México es el tercer exportador mundial, sino que realizan una labor fundamental de polinización de cultivos agrícolas.

A continuación, presentamos una estimación del aporte económico de las abejas en el municipio de Tizimín buscando acercarnos a una evaluación del impacto económico de la intoxicación de abejas en curso.

Aporte económico de las abejas en Tizimín.

El aporte económico de las abejas para el municipio de Tizimín se compone de dos elementos.

En primer lugar, incluye la producción de miel (tabla 2), que según los datos más recientes del SIAP, fue de 2,874 toneladas en el año 2023 por un valor total de poco más de **100 millones de pesos mexicanos**. Tizimín es el municipio de mayor producción de miel en el estado de Yucatán.

Tabla 2: Producción de miel de los 15 municipios de Yucatán cuya producción superó las 500 toneladas, en 2023 (SIAP; https://nube.siap.gob.mx/avance_pecuario/)

Municipio	Producción (Toneladas)	Precio (pesos por kg)	Valor producción (miles de pesos)
Sacalum	511.518	35	17903.13
Mama	584.724	35	20465.34
Chemax	598.07	35	20932.45
Maxcanú	614.21	35	21497.35
Santa Elena	616.958	35	21593.53
Tzucacab	635.193	35	22231.755
Muna	685.159	35	23980.565
Ticul	761.582	35	26655.37
Halachó	814.66	35	28513.1
Yaxcabá	1081.77	35	37861.95
Oxkutzcab	1217.229	35	42603.015
Izamal	1241.92	35	43467.2
Valladolid	1264.732	35	44265.62
Tekax	1493.884	35	52285.94
Tizimín	2874.167	35	100595.845

En segundo lugar, incluye el valor del servicio ambiental de polinización (tabla 3). Para calcularlo, se multiplica el valor de la producción agrícola a nivel municipal obtenido del SIAP para el año 2022, por el porcentaje de dependencia de cada cultivo a la polinización. Resulta que el servicio ambiental de polinización, para el municipio de Tizimín tiene un valor de más de **31 millones de pesos mexicanos**. Esto representa el 9.11% del valor de la producción agrícola anual del municipio, la cual supera los 345 millones de pesos.

Considerando la superficie del municipio de 413,200 ha, se puede estimar que el valor del servicio ambiental de polinización es de 76 \$/ha. Este valor es una sub-estimación, dado que el SIAP no incluye los cultivos de autoconsumo, los cuales son de fundamental importancia, en volumen y para la soberanía alimentaria, para las familias campesinas de la región. Es importante considerar que esto abarca la polinización realizada por todos los animales, entre la cual la polinización efectuada por las abejas es de lejos la más importante; asimismo, se trata de la polinización realizada no solamente por *Apis mellifera*, sino por todas las especies de abejas nativas.

Sumando la producción de miel y el servicio ambiental de polinización, resulta que el aporte económico de las abejas, para el municipio de Tizimín es de más de 131 **millones de pesos mexicanos**, en 2022.

Tabla 3: valor del servicio ambiental de polinización, basado en el valor de producción (SIAP), en el municipio de Tizimín, Yucatán en 2022.

	Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Valor de producción (miles de pesos)	Dependencia a la polinización	Valor del servicio ambiental de polinización
1	Calabacita	6	325.50	95%	309.23
2	Chihua	3	11.73	95%	11.14
3	Chile verde	33	15,265.08	5%	763.25
4	Coco	4	77.81	25%	19.45
5	Frijol	240	744.11	5%	37.21
6	Jícama	7	302.70	5%	15.14
7	Jitomate	23	4,262.86	25%	1,065.72
8	Limón	395	20,987.62	5%	1,049.38
9	Maíz grano	9,140	183,676.20	0%	0.00
10	Naranja	2	33.50	5%	1.67
11	Papaya	42	21,824.88	5%	1,091.24
12	Pepino	4	433.13	65%	281.53
13	Sandía	30	3,418.85	95%	3,247.91
14	Soya	5,860	93,879.60	25%	23,469.90
15	Tomate verde	4	484.88	25%	121.22
Total			345,728.43		31,483.99
					9.11%

Costo de la pérdida de abejas

Para calcular el costo económico de lo que se perdió como consecuencia de la muerte masiva de abejas se toman en cuenta los siguientes componentes:

- Pérdida de empleo rural. Considerando 22 apicultores afectados, y que, para un apicultor promedio de la Península de Yucatán, se dedica 75 días de trabajo familiar al año, y se pagan 90 días de mano de obra de apoyo (datos ECOSUR), resulta una pérdida de $22 \times (75 + 90) = 3,630$ días de trabajo rural.
- Pérdida de cosecha de miel en 2024. Considerando 536 colmenas perdidas totalmente más 233 con poblaciones disminuidas, resultan 769 colmenas de las cuales no se obtuvo miel en 2024. El rendimiento por colmena es de 31 kg de miel (datos ECOSUR), y el valor de comercialización de la miel de 35 \$/kg (precio miel 2023), resulta una pérdida de $769 \times 31 \times 35 = 834,365$ pesos mexicanos.
- Pérdida de población de abejas. Considerando 536 colmenas perdidas y un valor de \$ 2,000 para cada colonia necesaria para repoblar cada colmena, resulta una pérdida de $536 \times 2000 = 1,072,000$ pesos mexicanos.
- Pérdida de producción agrícola por falta de polinización. Considerando que, de acuerdo con lo calculado anteriormente, el valor de la polinización por hectárea en Tizimín es de 76.22 pesos, y que fueron afectadas por la aplicación de insecticidas **32,345 hectáreas**, las pérdidas económicas por polinización son $76.22 \times 32,345 = 2,465,335$ pesos.

Sumando lo anterior, se puede decir entonces que **la intoxicación de abejas en curso tiene una implicación de al menos 3,630 días de empleo rural perdido, y 4,371,700 pesos mexicanos de pérdidas económicas**, considerando la producción de miel, la necesidad de colonias, y el servicio de polinización.

Estos números son estimaciones bajas, y el costo real de la intoxicación es probablemente mucho mayor, por dos motivos: 1) la superficie de afectación es probablemente mayor a la observada; 2) hay apicultores que han manifestado intoxicación crónica de sus abejas, pero no las han cuantificado y por tanto no tenemos esta información.

Finalmente, cabe mencionar que los daños más grandes, más que económicos, son inmateriales e imposibles de cuantificar. Se trata de afectación a la riqueza biocultural que representan las abejas para la cultura Maya, de la afectación al derecho a un medio ambiente sano, además de la afectación a la libertad de realizar una actividad profesional campesina de forma libre y segura.

Análisis de plaguicidas

Siete muestras de abejas intoxicadas fueron enviadas a analizar al Laboratorio Nacional de Toxicología. Las muestras de abejas muertas analizadas presentaron los siguientes insecticidas: fipronil, clorpirifos y endosulfan (tabla 4). Así como los siguientes metabolitos de fipronil: fipronil sulfone y fipronil sulfide. Las abejas analizadas corresponden a 7 apiarios cercanos a los ranchos de la empresa conocidos como Paknal y Santa Cruz.

Tres de las siete muestras presentaron fipronil y clorpirifos, ambos insecticidas altamente tóxicos para las abejas, y además los metabolitos de fipronil.

Tres de las siete muestras presentaron clorpirifos y metabolitos de fipronil, lo cual sugiere que dichas abejas también estuvieron en contacto con fipronil, pero este se fue degradando con el paso del tiempo transcurrido entre el momento del contacto con las abejas y el levantamiento y congelación de la muestra.

Una de las siete muestras presentó fipronil sulfone, metabolito del fipronil.

La DL50² del fipronil para abejas es de 3.9 ng por abeja. El fipronil encontrado en las abejas, en un rango de 0.12 a 0.96 ng/abeja, fue siempre menor a la DL50. Si bien no se trata de una dosis tan alta como en otros casos de intoxicación (ej. Hoppelchén, marzo 2023), no deja de ser una dosis significativamente alta. Es importante considerar dos aspectos al respecto:

1) La toma y congelación de las muestras no se hizo inmediatamente después de que las abejas tuvieron contacto con el plaguicida, por lo que los insecticidas responsables de la intoxicación se degradaron de manera significativa antes del muestreo y el análisis. Esto es lo que explica la presencia de fipronil sulfone en concentraciones altas, y permite afirmar que las concentraciones de insecticidas a las cuales fueron expuestas las abejas fueron más altas que las encontradas en los análisis.

2) La concentración más alta es más de la cuarta parte de la DL50, la cual no deja de ser un nivel alto, muy susceptible de ser responsable de una intoxicación crónica y generar efectos subletales. En efecto, las concentraciones menores a la DL50 han mostrado tener efectos negativos para las abejas como la reducción de la actividad motriz, letargo, abandono de colmenas y reducción del número de crías^{3,4}.

² La DL50 es la estimación estadística de la cantidad de tóxico necesaria para matar al 50 por ciento de una población representativa de la especie experimental, seleccionada y utilizada bajo condiciones previamente establecidas y controladas, referidas a la raza, variedad, edad, sexo, masa, salud, alimentación y aspectos ambientales. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de masa del animal. (NORMA Oficial Mexicana NOM-Y-302-1988. Plaguicidas clasificación toxicológica.)

³ IPBES (2016)

⁴ Zaluski, R., Kadri, S. M., Alonso, D. P., Martins Ribolla, P. E., & de Oliveira Orsi, R. (2015). Fipronil promotes motor and behavioral changes in honey bees (*Apis mellifera*) and affects the development of colonies exposed to sublethal doses. *Environmental toxicology and chemistry*, 34(5), 1062-1069.

Este último punto es importante de resaltar dado que, como se señaló en los antecedentes, los apicultores habían notado decrecimiento en sus colmenas desde al menos 6 meses antes de la intoxicación aguda. Es posible que esto se haya debido a los efectos subletales derivados de una intoxicación crónica, como la que podría derivar de las concentraciones que reportamos aquí.

Tabla 4. Concentración de plaguicidas y metabolitos encontrados por muestra (en mg/kg, o ppm) y convertido en cantidad por abeja (en ng/abeja).

Muestra	Plaguicida (o metabolito)	concentración (mg/kg)	ng/abeja
1	clorpirifos	0.056	6.72
	endosulfan I	0.023	2.76
	fipronil	0.005	0.6
	fipronil sulfone	0.031	3.72
2	clorpirifos	0.049	5.88
	endosulfan I	0.01	1.2
	fipronil sulfone	0.039	4.68
3	fipronil	0.001	0.12
	fipronil sulfide	0.003	0.36
	fipronil sulfone	0.001	0.12
4	clorpirifos	0.095	11.4
	fipronil	0.005	0.6
	fipronil sulfide	0.003	0.36
	fipronil sulfone	0.03	3.6
5	clorpirifos	0.08	9.6
	fipronil	0.004	0.48
	fipronil sulfide	0.003	0.36
	fipronil sulfone	0.019	2.28
6	clorpirifos	0.041	4.92
	fipronil	0.008	0.96
	fipronil sulfide	0.003	0.36
	fipronil sulfone	0.035	4.2
7	fipronil sulfone	0.003	0.36

Proyecto

Este análisis se realizó en conjunto con la Alianza Maya por las Abejas de la Península de Yucatán Kabnalo'on, las apicultoras y los apicultores del municipio de Tizimín, cuyos nombres no se mencionan por motivos de confidencialidad y seguridad, en el marco del proyecto CONACYT-PRONAI 319105 "Abejas y Territorios".