

DESAFÍOS DE LA APICULTURA EN EL SUR DE JALISCO: UN ENFOQUE DESDE LA GESTIÓN DE COSTOS Y EL IMPACTO AMBIENTAL

María del Carmen Jiménez Cisneros¹, Laura Elena Huerta Casillas^{2*}, María Esther Romero Valencia³, Larissa Ninette Manjarrez Jiménez⁴, Paulina Barragán Sánchez⁵, Juan Manuel Cervantes Rodríguez⁶, Katia Guadalupe Rodríguez Pérez⁶
Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán

Resumen: Esta investigación aborda la problemática de desabasto de abejas (*Apis mellifera*) y su efecto en la rentabilidad de las empresas apícolas en Ciudad Guzmán, Jalisco. El objetivo principal fue determinar los factores biológicos, ambientales y socioeconómicos que perturban el ciclo de vida de los polinizadores para sugerir medidas de manejo que mejoren la resiliencia del sector. Se utilizó una metodología mixta, realizando sesiones de Focus Group y encuestas digitales a una muestra representativa de 64 apicultores de la región.

Los resultados muestran una situación crítica: el 97% de los participantes constató una disminución poblacional en la última década, siendo las principales causas el uso masivo de pesticidas (70%) y el cambio climático, que elevó las temperaturas promedio de 20 °C a 36 °C; en lo administrativo, se determinó que el 100% de los productores trabajaba "en rojo" por falta de proyecciones de costos y competencia con mieles adulteradas industriales. Se determina que la sostenibilidad de la apicultura local está condicionada a profesionalizar la gestión de costos e incorporar modelos de economía social y solidaria a través del programa NODESS, garantizando la conservación de esta especie como vector de seguridad alimentaria y equilibrio ecosistémico.

Palabras clave: Apicultura, Abejas, Impacto ambiental, Pesticidas, Economía social y solidaria.

Abstract: This research explores the challenge of declining bee populations (*Apis mellifera*) and their impact on the financial viability of beekeeping enterprises in Ciudad Guzmán, Jalisco. The primary objective was to identify the biological, environmental, and socioeconomic factors that disrupt the life cycle of pollinators. This information will inform management measures that improve the resilience of the sector. A mixed methodology was employed, involving the conduct of focus group sessions and digital surveys with a representative sample of 64 beekeepers in the region.

The results indicate a critical situation: 97% of participants reported a population decline in the last decade, primarily due to the extensive use of pesticides (70%) and climate change, which has led to a significant increase in average temperatures from 20°C to 36°C. On the administrative side, it was determined that 100% of producers were operating at a loss due to a lack of cost projections and competition from adulterated industrial honey. It was determined that the sustainability of local beekeeping is contingent upon professionalizing cost management and incorporating Social and Solidarity Economy models through the NODESS program, ensuring the conservation of this species as a vector of food security and ecosystem balance.

I. INTRODUCCIÓN

El equilibrio de los ecosistemas globales y la estabilidad del entorno natural dependen de mecanismos ecosistémicos de regulación donde las abejas (*Apis mellifera*) desempeñan un papel clave como agentes polinizadores. Más allá de su función como productoras de miel y derivados, estos insectos son pilares fundamentales para el desarrollo de la biodiversidad y la seguridad alimentaria global. Según la plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES), los polinizadores proporcionan beneficios que trascienden el suministro de alimentos, contribuyendo directamente a la medicina, biocombustibles, fibras y funcionando como fuente de inspiración para la ciencia y la tecnología [1]. Se estima que el valor económico de la polinización por insectos representa aproximadamente el 9.5% del valor de la producción agrícola mundial para consumo humano [2].

A pesar de su importancia, se ha documentado un declive alarmante en las poblaciones de polinizadores a nivel global, impulsado por una combinación sinérgica de factores

¹ María del Carmen Jiménez Cisneros, Docente del Departamento Ciencias Económico Administrativas Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán. maria.jc@cdguzman.tecnm.mx

^{2*} Laura Elena Huerta Carrillo, Docente del Departamento Ciencias Económico Administrativas, Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán. laura.hc@cdguzman.tecnm.mx (autora correspondiente)

³ María Esther Romero Valencia, Docente del Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán. maria.rv@cdguzman.tecnm.mx

⁴ Salvador Reyes García, Departamento de Recursos Financieros / Tecnológico Nacional de México/IT de Ciudad Guzmán. larissa.mj@cdguzman.tecnm.mx

⁵ Paulina Barragán Sánchez, Docente del Departamento Ciencias Económico Administrativas, Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán. paulina.bs@cdguzman.tecnm.mx

⁶ Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial del Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán.

estresantes como el uso intensivo de agroquímicos, patógenos y la pérdida de hábitat [3], [4]. En México, la apicultura no es solo una actividad económica relevante, sino un patrimonio histórico y cultural que debe ser preservado. No obstante, regiones clave como el Sur de Jalisco enfrentan actualmente una crisis de desabasto que amenaza la estabilidad de las empresas del sector.

En Ciudad Guzmán, Jalisco, se ha identificado una afectación crítica en las empresas apícolas derivada de la disminución de colmenas activas [5]. Investigaciones de alto impacto han demostrado que pesticidas de uso común, como el glifosato, perturban el microbiota intestinal de las abejas, debilitando su sistema inmunológico [5]. En el contexto local, el 70% de los productores encuestados atribuyen el desabasto al uso excesivo de pesticidas y químicos en los cultivos de la región [6]. Asimismo, la disminución de la especie es evidente para los actores locales, ya que el 97% de los apicultores encuestados afirma que ha existido una reducción de abejas en los últimos diez años [6].

A este escenario se suma el impacto del cambio climático, que en el municipio ha provocado un desequilibrio en el ciclo de vida de la especie. Históricamente, la región contaba con una temperatura media anual de , pero actualmente se registran picos de hasta y una presencia irregular de lluvias. Estos factores ambientales se entrelazan con desafíos socioeconómicos; el desplazamiento de colmenas por el miedo de la población y la destrucción del hábitat natural dificultan la obtención de néctar, generando colmenas débiles que requieren mayor asistencia para subsistir.

La viabilidad financiera de la actividad se encuentra igualmente comprometida. El 100% de los productores analizados en esta investigación reportaron operar con "números rojos" en su contabilidad [6]. Esta situación se debe a la falta de proyecciones de costos de producción y a la competencia desleal de productos industriales que los consumidores prefieren por su bajo precio, desconociendo los beneficios de la miel pura y sus características de calidad, como la cristalización.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar un estudio integral sobre las empresas apícolas de Ciudad Guzmán para identificar los factores específicos que dañan el ciclo de vida de las abejas y proponer estrategias de gestión que fortalezcan la resiliencia del sector [6]. A través de un enfoque mixto que incluyó reuniones de *Focus Group* y encuestas digitales, se analizaron las causas de esta crisis para plantear soluciones basadas en la economía social y la administración técnica.

MARCO TEÓRICO

A. Importancia de la apicultura y contexto en el sur de Jalisco

La apicultura es un servicio ecosistémico de regulación crítico; las abejas son responsables de la polinización del 75%

de los cultivos que alimentan a la población mundial, lo que representa un valor económico de aproximadamente el 9.5% de la producción agrícola global [1], [2]. En México, esta actividad es un patrimonio histórico y cultural indispensable para la seguridad alimentaria.

En el estado de Jalisco, la apicultura se concentra en pequeños y medianos productores [14]. Según el estudio realizado en Ciudad Guzmán, el sector está compuesto mayoritariamente por productores (72%), de los cuales el 54% gestiona operaciones de gran escala con más de 100 colmenas. Esta estructura subraya la relevancia de la apicultura como motor económico regional [18].

B. Factores críticos que afectan a las poblaciones de abejas

El declive de las abejas es un fenómeno multicausal impulsado por presiones antrópicas y ambientales [3], [4]. En Ciudad Guzmán, el 97% de los apicultores confirma una disminución evidente de la población en la última década. Los factores críticos identificados son:

- **Uso de agroquímicos y sinergia toxicológica:** El 70% de los productores locales identifica a los pesticidas y químicos como la causa principal del desabasto. Sustancias como neonicotinoides y glifosato causan mortalidad directa y efectos subletales que debilitan el sistema inmunológico [5], [10], [21]. En la región, las fumigaciones sin coordinación horaria provocan "tapetes" de abejas muertas en los sembradíos durante el pecoreo. Además, la interacción de múltiples químicos incrementa la toxicidad de forma sinérgica [8].
- **Cambio climático y estrés térmico:** El aumento de la temperatura media anual en Ciudad Guzmán de 20°C a picos de 36°C genera un desequilibrio en el ciclo de vida de la especie. Esto provoca un "desajuste fenológico" donde la floración y la actividad de las abejas pierden sincronía, reduciendo la aptitud biológica de las colonias [12], [20].
- **Destrucción del hábitat y monocultivos:** El cambio de uso de suelo, particularmente el exceso de siembras de agave y la deforestación, ha disminuido las áreas verdes y las plantas melíferas disponibles. Esto obliga a las abejas a movilizarse más para obtener néctar, creando colmenas débiles.
- **Desplazamiento por percepción social:** El miedo de la población hacia las abejas ha forzado su reubicación hacia zonas agrícolas con mayor exposición a pesticidas, dificultando su preservación en entornos seguros.

C. Ingeniería administrativa y tecnología aplicada

La sostenibilidad del sector requiere una transición de la gestión empírica hacia modelos de precisión. El uso de Internet de las Cosas (IoT) y aprendizaje automático permite la detección temprana de anomalías en la colmena [9], [22]. Sin embargo, el desafío crítico en Jalisco es administrativo: el 100% de los apicultores analizados operaban con "números rojos" debido a la incapacidad de proyectar costos de producción. La falta de distinción entre costos fijos y variables ha llevado a una crisis de rentabilidad [11], reflejada en una disminución de ingresos de más del 50% para muchos productores locales.

D. Marco Normativo y economía social

La protección de los polinizadores debe estar anclada en un marco legal sólido como la Ley de Fomento Apícola de Jalisco, que regula el uso de agroquímicos y formaliza contratos de polinización [7]. Asimismo, modelos de Economía Social (como el programa NODESS) buscan fortalecer la resiliencia financiera mediante la organización colectiva y la educación del consumidor para combatir la competencia de mieles adulteradas.

II. METODOLOGÍA

A. Diseño de la investigación

Se adoptó un método de investigación mixto, incorporando técnicas cualitativas y cuantitativas con el objetivo de entender la problemática apícola en la región meridional de Jalisco. La investigación se realizó bajo un enfoque descriptivo y transversal, para caracterizar los factores de desabasto y su efecto económico en las empresas de Ciudad Guzmán, Jalisco. El proyecto se llevó a cabo durante 12 meses, comenzando en enero de 2023.

B. Participantes y área de estudio.

El universo de estudio consistió en los miembros de la Asociación de Apicultores de la región Sur de Jalisco. Se trabajó con una muestra de 64 apicultores radicados en Ciudad Guzmán. El perfil de los participantes se caracteriza por una alta especialización de gran escala con más de 100 colmenas.

C. Instrumentos de recopilación de datos

Para la fase cualitativa, se utilizó la técnica de Focus Group, coordinada por especialistas y con el apoyo de estudiantes del Instituto Tecnológico de Ciudad Guman. El objetivo de estas sesiones fue recopilar experiencias directas sobre los factores que dañan el ciclo de vida de las abejas y la percepción del impacto económico en sus negocios.

Para la fase cuantitativa, se diseñó un instrumento original mediante la herramienta Google Forms. La encuesta de 14 preguntas, incluyendo escalas de Likert para evaluar niveles de riesgo y preguntas cerradas para caracterizar la actividad comercial y los niveles de ingreso.

D. Procedimiento y fases del proyecto

El desarrollo metodológico se dividió en 5 etapas consecutivas:

1. Planeación: Definición del plan de acción y designación de comisiones.
2. Diagnóstico y recolección: Reuniones con representantes gremiales y ejecución de las sesiones de Focus Group.
3. Análisis: Interpretación estadística de los datos recolectados y generación de gráficas de tendencia.
4. Intervención técnica: Se realizó un curso de capacitación sobre control de costos (fijos, variables y totales) y un ejercicio práctico para analizar estados financieros mensuales.
5. Propuesta de innovación social: Presentación del programa NODESS (Nodos de impulso a la economía social y solidaria) para fomentar el trabajo colaborativo y la resiliencia económica.

E. Análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron procesados mediante herramientas de análisis estadístico descriptivo para determinar frecuencias y porcentajes en variables críticas como el uso de pesticidas, cambios de temperatura y pérdidas económicas. Los resultados cualitativos del Focus Group se sometieron a una técnica de globalización de opiniones para identificar problemáticas transversales del sector.

III. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La recolección de información de datos se llevó a cabo en dos etapas complementarias para realizar un diagnóstico crucial de la situación apícola en Ciudad Guzmán, Jalisco.

A. Instrumentos de recopilación

Para llevar a cabo esta investigación se elaboraron y aplicaron dos instrumentos:

- Guía de preguntas para Focus Group: Herramienta cualitativa para iniciar la discusión sobre las propias experiencias de los apicultores, en términos de impacto económico y riesgo biológico.
- Encuesta estructurada (Google Forms): Cuestionario de tipo cuantitativo de 14 preguntas con escalas Likert (1-5) para medir el nivel de distintos factores estresantes, así como preguntas cerradas para la caracterización del perfil operativo y financiero de los productores, esta serie de preguntas se muestra en la Tabla I.

TABLA I
ENCUESTA ESTRUCTURADA

Reactivo	Pregunta
1	¿Qué tipo de actividad realiza?
2	¿Cuál es la cantidad de colmenas con las que trabaja?
3	Si usted es comerciante. ¿Qué productos comercializa?
4	¿Cuál considera usted que es el principal problema dentro de su negocio?
5	En caso de tener otro problema dentro del negocio, méncionela
6	¿Cómo considera usted que es la situación actual de las abejas?
7	Usted considera que el impacto que han vivido las abejas se debe a:
8	Dentro de los últimos 10 años, ¿considera que haya existido una disminución de abejas?
9	¿Sus ingresos económicos en el giro de la miel en qué porcentaje han disminuido en los dos últimos años?
10	¿Sus ingresos económicos en el giro de la miel en qué porcentaje han disminuido en los dos últimos años?
11	Calificación de riesgo de factores (Escala Likert 1 al 5, donde 5 es afectación total)
12	¿Qué actividades ha promovido usted para la preservación de las abejas?
13	¿De qué forma da a conocer a la población sobre el trabajo que usted realiza?
14	Comentarios extra

B. Fase cualitativa: Dinámica de grupos de enfoque

Se realizaron sesiones de Focus Group con un total de 64 miembros de la Asociación de Apicultores del Sur de Jalisco. A través de este método se identificaron 7 dimensiones clave que impactan al sector, las cuales se dividen en 3 factores clave:

- Factores ambientales: Desplazamiento forzado de abejas por urbanización, destrucción masiva del hábitat natural y cambio climático extremo con aumentos de temperatura de hasta 36°C.
- Factores antrópicos: Aplicación excesiva de pesticidas y fungicidas en horas de pecoreo que genera una alta mortalidad de abejas.
- Factores de mercado: Competencia desleal de mieles industriales, desconocimiento del consumidor sobre la cristalización natural y falta de administración profesional de costos.

C. Fase cuantitativa: Tabulación de resultados

La encuesta digital proporcionó los datos estadísticos necesarios para cuantificar la crisis. A continuación, se

presentan las tablas de frecuencia y porcentaje derivadas del análisis de las 64 respuestas obtenidas.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL APÍCOLA

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Tipo de actividad	Productor	46	72%
	Comerciante	3	4.7%
	Proveedor	1	1.6%
	Todas las anteriores	14	21.9%
Cantidad de colmenas	1 a 3	2	3.1%
	4 a 6	3	4.6%
	7 a 10	5	7.8%
	11 a 50	10	15.6%
	50 a 100	9	14%
	Más de 100	35	54.6%

TABLA III
IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS Y CAUSAS DE MORTALIDAD

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Principal Problema	Cambio climático	27	42%
	Precio del mercado	18	28%
	Desabasto de abejas	15	24%
Causa del desabasto	Pesticidas Inconscientes	45	70%
	Prácticas inconscientes	11	17%

D. Datos recolectados

A continuación, se muestran los datos recolectados en la aplicación de la encuesta estructurada.

1. Reactivo 1

TABLA IV
FRECUENCIA DE ACTIVIDAD DE LOS APICULTORES

Actividad	Frecuencia
Productor	46
Proveedor	1
Comerciante	3
Todas las anteriores	14

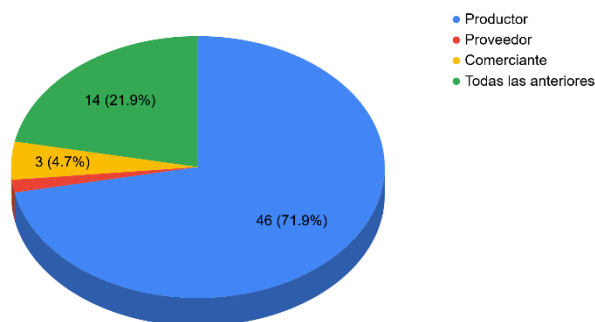


Fig. 1. Actividad de los apicultores.

2. Reactivo 2

TABLA V
FRECUENCIA DE LA CANTIDAD DE COLMENAS DE LOS APICULTORES

Cantidad de colmenas	Frecuencia
1 a 3	3
4 a 6	3
7 a 10	5
11 a 50	10
50 a 100	9
Más de 100	35

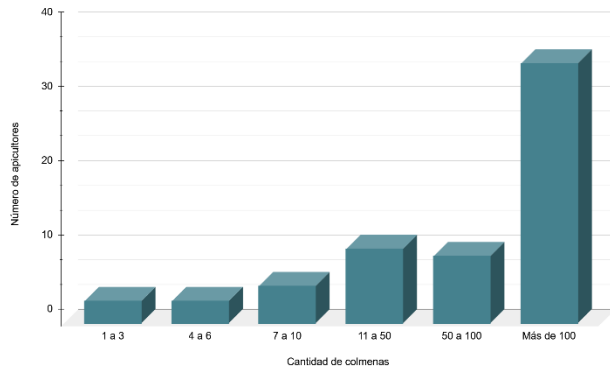


Fig. 2. Número de colmenas de los apicultores.

4. Reactivo 4

TABLA VII
PRODUCTOS QUE COMERCIALIZAN LOS APICULTORES

Problemática	Número de apicultores
Desabasto de abejas	15
Precio	18
Calidad de la miel	2
Falta de proveedores	0
Cambio climático	27
Falta de capacitación	2

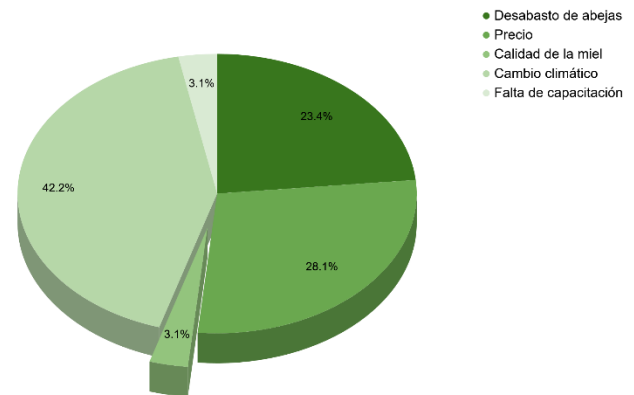


Fig. 4. Problemáticas identificadas por los productores.

3. Reactivo 3

TABLA VI
PRODUCTOS QUE COMERCIALIZAN LOS APICULTORES

Producto	Número de apicultores
Miel	63
Jabones	14
Dulces	10
Cera	38
Jalea real	13
Propóleo	39
Jarabes	19
Cosméticos	12

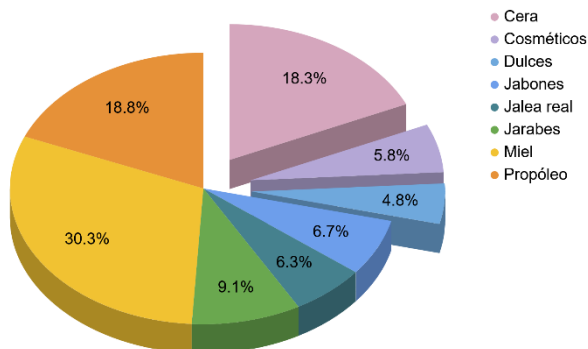


Fig. 3. Productos comercializados por los apicultores.

5. Reactivo 5

Las respuestas obtenidas en esta pregunta se listan en la siguiente tabla:

TABLA VIII
PRODUCTOS QUE COMERCIALIZAN LOS APICULTORES

Punto relacionado
Venta limitada solo dentro de Ciudad Guzmán, no se han podido expandir más.
Escasa mano de obra e inversión de rutas
Las mieles adulteradas
Falta de promoción y apoyo
Deforestación, plaguicidas y falta de lluvia
Precios bajos de producto.
Uso excesivo de pesticidas
Cambio del uso de suelo en el cerro
Pocas ventas
Escases de campos sin contaminar
Los clientes no tienen interés de pagar un precio justo por la miel
Falta de administración
Exceso de siembras de agave

6. Reactivo 6

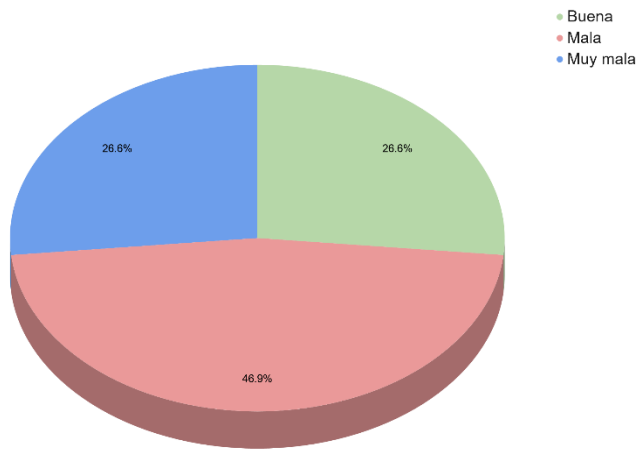


Fig. 5. Percepción sobre la situación actual de las abejas.

7. Reactivo 7

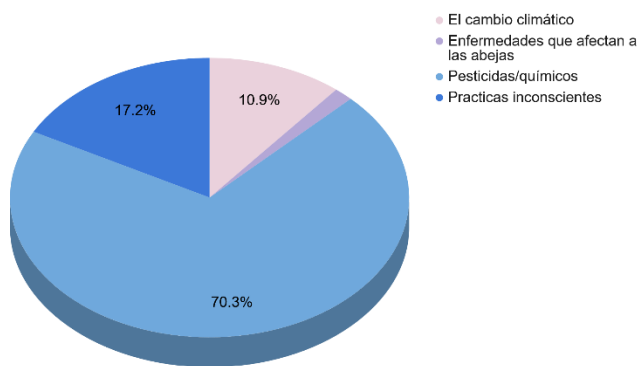


Fig. 6. Causas del impacto que han tenido las abejas.

TABLA IX
CAUSAS DEL IMPACTO A LAS ABEJAS

Causa	Frecuencia
Cambio climático	7
Enfermedades que afectan a las abejas	1
Pesticidas / químicos	45
Practicas inconscientes	11

8. Reactivo 9

TABLA X
DISMINUCIÓN DE INGRESOS ECONÓMICOS EN EL GIRO DE LA MIEL

Porcentaje	Número
Menos del 10%	2
10%	5
20%	8
30%	13
40%	12
50%	10
Más del 50%	14

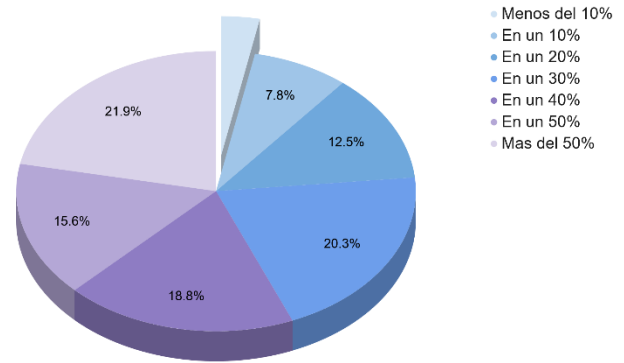


Fig. 7. Disminución de ingresos económicos en el giro de la miel.

9. Reactivo 12

TABLA XI
ACTIVIDADES DE LOS APICULTORES PARA LA PRESERVACIÓN DE LAS ABEJAS

Actividades para la preservación de las abejas	Nº
Cuidar y preservar el habitat natural de las abejas	14
Evitar matarlas y reubicarlas en un lugar seguro	10
Colmenas libres de contaminantes	2
Higiene y limpieza en los equipos, utensilios y vehículos	3
No usar plaguicidas tóxicos en los huertos	8
Apicultura orgánica	2
Promover el cuidado de las abejas con la población	8
Promover el consumo de miel natural por medio de ferias o conferencias	9
Otra	12

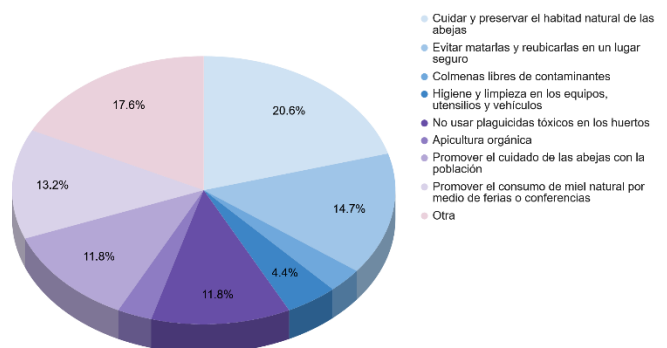


Fig. 8. Actividades para la preservación de las abejas.

E. *Análisis cualitativo*

Mediante la técnica de grupos de enfoque con los 64 apicultores, se identificaron factores críticos que afectan el ciclo de vida de las abejas. El análisis permitió globalizar siete dimensiones de preocupación común:

- **Desplazamiento forzado:** Las abejas se mueven a zonas con mayor uso de pesticidas debido a la urbanización y el miedo de la población.
- **Impacto de agroquímicos:** Se reportó la presencia de "tapetes" de abejas muertas tras fumigaciones en horarios de pecoreo.
- **Crisis climática:** El incremento de la temperatura de 20°C a 36°C desequilibra los cuidados y el ciclo biológico de la especie.
- **Vulnerabilidad financiera:** El desconocimiento de los costos reales de producción y la competencia con mieles industriales adulteradas.

F. *Análisis cuantitativo: Perfil y problemáticas del sector*

El diagnóstico estadístico permitió dimensionar la realidad operativa de los 64 apicultores participantes. En la Tabla II y la Figura 1 se observa que el 72% de la muestra se dedica estrictamente a la producción, lo que garantiza que los datos provienen del origen de la actividad. Asimismo, la Figura 2 y la Tabla V demuestran que el 54.6% de los encuestados gestiona más de 100 colmenas, categorizándolos como grandes productores con una alta exposición al riesgo ambiental.

Respecto a las problemáticas del negocio, la Tabla III y la Figura 4 revelan que el cambio climático (42%) y el precio del mercado (28%) son las preocupaciones más acuciantes para los productores. No obstante, al indagar en las causas específicas del desabasto, la Figura 6 y la Tabla IX muestran un consenso del 70.3% que señala a los pesticidas y químicos agrícolas como los agentes de mortalidad más severos.

G. *Tendencias de población e impacto económico*

La gravedad de la situación biológica es innegable: el 97% de los apicultores afirma haber notado una disminución de abejas en la última década. Esta crisis se refleja en la Figura 5, donde la mayoría califica el estado actual de la especie como "malo" o "muy malo".

El impacto financiero derivado de esta mortalidad y del desequilibrio de mercado es evidente en la Tabla X y la Figura 7. Se documenta que los ingresos han disminuido en más de un 50% para una parte considerable de la muestra en los últimos dos años. En contraste, el incremento de ingresos ha sido menor al 10% para el 70% de los encuestados, lo que confirma una situación de inviabilidad financiera o "números rojos".

H. *Síntesis de la gestión y preservación*

Finalmente, el análisis de las actividades de preservación en la Tabla XI y la Figura 8 indica que los apicultores priorizan el cuidado del hábitat natural (20.6%) y la reubicación de colmenas (14.7%) como estrategias de mitigación. Estos resultados subrayan la necesidad de transitar hacia modelos de economía social y el uso de tecnologías de precisión para revertir la tendencia negativa identificada.

IV. RESULTADOS

A. *Análisis de la crisis poblacional y factores estresantes*

La evidencia recolectada en Ciudad Guzmán confirma un estado de emergencia biológica que se alinea con las tendencias de declive global documentadas por la IPBES. El hecho de que el 97% de los productores locales reporte una disminución de abejas en la última década supera significativamente las tasas de pérdida anual de colonias reportadas previamente en otros estudios nacionales en México.

Al analizar las causas, el 70.3% de la muestra señala a los pesticidas como el principal agente de mortalidad. Este hallazgo es consistente con investigaciones que demuestran cómo el glifosato y los neonicotinoides perturban la microbiota intestinal de la *Apis mellifera*, debilitando su sistema inmunológico y aumentando su susceptibilidad a patógenos. Además, la observación de "tapetes" de abejas muertas en los sembradíos locales refuerza la teoría de la toxicidad sinérgica, donde la mezcla de diversos químicos agrícolas potencia la letalidad más allá de sus efectos individuales.

El cambio climático, identificado por el 42% de los participantes como un problema central, se manifiesta en la región con temperaturas de hasta 36°C. Este estrés térmico no solo afecta la fisiología individual de la abeja, sino que provoca un "desajuste fenológico". Al no coincidir los periodos de floración con la actividad de las colmenas, se genera una escasez de recursos nutricionales que deriva en colmenas débiles incapaces de subsistir en épocas de frío.

B. *Implicaciones socioeconómicas y administrativas*

Desde la perspectiva de la ingeniería administrativa, el hallazgo más crítico es la inviabilidad financiera reportada por el 100% de los apicultores. Esta situación de "números rojos" se explica por una gestión empírica que ignora la distinción técnica entre costos fijos y variables. Mientras que la literatura internacional sugiere el uso de herramientas de inventario y valoración de stock para asegurar la rentabilidad, los productores de Jalisco enfrentan una crisis de precios exacerbada por la competencia desleal de mieles industriales adulteradas.

El desconocimiento del consumidor sobre las propiedades físicas de la miel pura, específicamente el proceso natural de cristalización actúa como una barrera de mercado. Los clientes prefieren productos líquidos y económicos de origen industrial, forzando a los apicultores locales a vender su producción a

precios que no cubren los costos operativos ni la reposición de colmenas perdidas por intoxicación química.

C. *Hacia un modelo de resiliencia y economía social*

La discusión de estos resultados subraya que la solución no puede ser únicamente técnica. Aunque la adopción de apicultura de precisión (IoT y monitoreo remoto) es vital para la detección temprana de anomalías, se requiere un fortalecimiento del tejido social.

La propuesta de integración al programa NODESS busca transitar de un trabajo individualista y poco productivo hacia una organización colectiva sólida. Este enfoque de Economía Social y Solidaria permitiría diseñar soluciones territoriales que incluyan:

Contratos de polinización: Utilizar el Artículo 48 de la Ley de Fomento Apícola de Jalisco para formalizar acuerdos que garanticen la seguridad de las abejas frente a fumigaciones y aseguren un pago justo por el servicio.

Coordinación Agrícola: Establecer horarios de fumigación fuera de los periodos de pecoreo para evitar el contacto directo con químicos mortales.

Educación al consumidor: Implementar estrategias de difusión (pláticas y festivales) para concientizar sobre los beneficios de la miel natural y la importancia de preservar a los polinizadores para la seguridad alimentaria mundial.

En conclusión, la crisis en Ciudad Guzmán es un reflejo de la desconexión entre las prácticas agrícolas intensivas y la sostenibilidad del ecosistema apícola. Solo mediante una gestión de costos profesional y una regulación efectiva del uso de agroquímicos se podrá garantizar la permanencia de la apicultura como patrimonio histórico y motor económico del sur de Jalisco.

V. CONCLUSIÓN

La investigación revela que la apicultura en Ciudad Guzmán enfrenta una crisis multidimensional que amenaza su viabilidad como actividad económica regional y soporte de biodiversidad. Se ha verificado científicamente que el desabasto de abejas es una preocupación real para el 97% de los apicultores locales, quienes testimonian una disminución constante de colonias en la última década.

Las principales causas desencadenantes de esta situación son de origen antrópico y natural:

- **Efecto de agroquímicos:** El uso masivo de pesticidas y químicos en los cultivos es reconocido por el 70% de los apicultores como la

principal causa de mortandad directa y debilitamiento inmunológico en las abejas.

- **Estrés climático:** El aumento extremo de la temperatura media anual, de 20°C a 36°C, ha provocado un desfase fenológico que interrumpe la sincronía de floración y actividad de las colmenas.
- **Destrucción del hábitat:** la deforestación y la conversión a monocultivos han disminuido la disponibilidad de flora nectarífera, lo que obliga a las abejas a desplazarse a zonas de mayor riesgo.

Desde el punto de vista gerencial, el sector es inviable económicamente en su totalidad, con el 100% de los productores trabajando en "números rojos". Esta crisis económica se basa en una gestión empírica que desconoce la proyección de costos reales y una competencia desleal de mieles adulteradas industriales, preferidas por el consumidor por su bajo precio y desconocimiento de la miel pura.

Para darle la vuelta, una estrategia integral desde la Economía Social y Solidaria:

- Modelo NODESS:** Promover la organización colectiva para fortalecer la resiliencia financiera y profesionalizar la gestión técnica de los apicultores.
- Marco Legal:** Establecer contratos de servicios de polinización bajo la Ley de Fomento Apícola de Jalisco, con pagos justos y protección de las colmenas contra fumigaciones agrícolas no controladas.
- Concientización social:** Realizar ferias y charlas informativas para educar al consumidor sobre los beneficios de la miel natural y la importancia de las abejas para la seguridad alimentaria mundial.

Finalmente, la supervivencia de la apicultura en el Sur de Jalisco no sólo requiere de medidas técnicas, sino de un cambio hacia la conciencia ambiental y administrativa que reconozca en las abejas un patrimonio histórico y biológico irremplazable.

REFERENCIAS

- [1] IPBES, "The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production," 2016.

- [2] N. Gallai et al., "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline," *Ecol. Econ.*, 2009.
- [3] D. Goulson et al., "Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers," *Science*, 2015.
- [4] S. G. Potts et al., "Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers," *Trends Ecol. Evol.*, 2010.
- [5] E. V. Motta et al., "Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2018.
- [6] M. C. Jiménez-Cisneros, "Afectación en las empresas apícolas ubicadas en Ciudad Guzmán, Jalisco, debido al desabasto de las abejas como productoras de miel y sus derivados," Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Informe Técnico Final 18215.23-P, 2024.
- [7] Jalisco, "Ley de fomento apícola y protección de agentes polinizadores de Jalisco," 2015.
- [8] H. Siviter et al., "Agrochemicals interact synergistically to increase bee mortality," *Nature*, 2021.
- [9] A. Zacepins et al., "IoT and Machine Learning Techniques for Precision Beekeeping," *Smart Cities*, 2024.
- [10] N. Tsvetkov et al., "Chronic exposure to neonicotinoids reduces honey bee health near corn crops," *Science*, 2017.
- [11] L. Bava et al., "An economic approach to assess the annual stock in beekeeping farms," *Insects*, 2020.
- [12] H. M. Kharouba et al., "Lags in the response of plant phenology to climate change lead to spatial and temporal mismatches," *Proc. R. Soc. B*, 2018.
- [13] J. J. G. Quezada-Euán, *Stingless Bees of Mexico: The Biology, Management and Conservation of an Ancient Heritage*, Springer, 2018.
- [14] F. Contreras-Escareño et al., "Current situation of beekeeping in the state of Jalisco, Mexico," *J. Apic. Res.*, 2013.
- [15] C. A. Medina-Flores et al., "Honey bee (*Apis mellifera* L.) colony losses in Mexico," *J. Apic. Res.*, 2014.
- [16] R. Vandame and N. Palacio-Núñez, "Status of beekeeping in Mexico: main producers, export and challenges," *Bee World*, 2010.
- [17] J. J. G. Quezada-Euán et al., "The effects of climate change on pollination services in Mexico," *J. Insect Conserv.*, 2017.
- [18] A. Contreras-Escareño et al., "Social and economic importance of beekeeping in the region of Southern Jalisco," *Rev. Mex. Cienc. Pec.*, 2020.
- [19] M. S. Dzul-Caamal et al., "Pesticide residues in honey and beeswax from agricultural areas in Mexico," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2016.
- [20] F. S. Zhang et al., "Global impact of climate change on honey bee (*Apis mellifera*) distribution," *Nat. Commun.*, 2023.
- [21] M. A. Meikle et al., "Impact of pesticides on honey bee health: A review of sublethal effects and mitigation strategies," *Annu. Rev. Entomol.*, 2024.
- [22] S. S. J. Wang et al., "Machine learning for automated honey bee colony health monitoring," *IEEE Access*, 2023.
- [23] C. L. Lopez-Urbe et al., "Bacterial and viral pathogens in managed and wild bees," *Annu. Rev. Virol.*, 2023.
- [24] D. B. Smith et al., "Economic implications of wild bee decline for global food security," *Environ. Res. Lett.*, 2024.
- [25] E. R. Wilson et al., "Sustainable management of *Varroa* destructor in the context of global environmental change," *Curr. Opin. Insect Sci.*, 2023.