

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Vulnerabilidad y resiliencia apícola frente al cambio climático

Apicultural vulnerability and resilience to climate change

Joaquín Ramón Larios López¹

RESUMEN

El presente ensayo analiza la vulnerabilidad apícola ante el cambio climático en zonas secas, destacando el impacto negativo en la biodiversidad y la economía rural debido a alteraciones en patrones climáticos y disponibilidad de recursos néctar poliníferos. A través del marco teórico de la vulnerabilidad y resiliencia, se identifican desafíos como las plagas, enfermedades y ciclos de floración alterados, así como soluciones que incluyen diversificación de cultivos, mejoramiento genético de abejas reinas y alimentación suplementaria. Estas estrategias adaptativas, junto con la capacitación y las redes comunitarias, fortalecen la resiliencia apícola, asegurando la sostenibilidad de los sistemas productivos y el desarrollo territorial en un contexto de cambio climático..

PALABRAS CLAVE: Vulnerabilidad, Resiliencia, Apicultura, Cambio climático, Desarrollo territorial.

ABSTRACT

This essay examines the vulnerability of beekeeping to climate change in arid regions, emphasizing the negative impact on biodiversity and rural economies caused by disruptions in climatic patterns and the availability of nectar and pollen resources. Using the theoretical framework of vulnerability and resilience, it identifies challenges such as pests, diseases, and altered flowering cycles, while proposing solutions like crop diversification, genetic improvement of queen bees, and supplemental feeding. These adaptive strategies, combined with training and community networks, enhance apicultural resilience, ensuring the sustainability of production systems and territorial development in the face of climate change..

KEYWORDS: Vulnerability, Resilience, Apiculture, Climate change, Territorial development.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una parte importante para la biodiversidad natural y para la producción agrícola en general, así mismo representa en los últimos años una fuente importante de ingresos y alimentos a partir del néctar de las flores aportando a la economía familiar y rural principalmente en corredor seco de Nicaragua.

¹ Doctorando del programa de Doctorado en gestión y desarrollo territorial, UNFLEP-2da edición 2023-2026, ingeniero agropecuario, especialista en apicultura tropical, Máster en desarrollo rural con orientación en agronegocios, E-mail: joaquinrlarios8@gmail.com ORCID: 0009-0003-6724-419X

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

Los apicultores juegan un papel importante en la conservación de ecosistemas locales al mantener las poblaciones de abejas sanas, aportando a la polinización de numerosas plantas silvestres y cultivos importantes en el territorio. Sin embargo, este rubro enfrenta importantes desafíos debido al cambio climático, que ha alterado los patrones de temperatura, precipitaciones, impactando directamente las poblaciones de abeja y la disponibilidad de recursos Nectarpoliniferos.

La vulnerabilidad de los sistemas apícolas a estos cambios se ha convertido en un tema de interés académico y práctico, ya que amenaza no solo la producción de miel, sino también la estabilidad económica y social de las familias que dependen del rubro apícola como uno de sus principales fuentes de ingresos económicos para su subsistencia.

La teoría de la vulnerabilidad, como lo plantea Adger (2006), permite analizar los riesgos y desafíos que enfrenta la apicultura en el contexto del cambio climático, planteando la vulnerabilidad de los sistemas como la susceptibilidad de un sistema, grupo, animal o persona a sufrir daños bajo condiciones de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, en el caso de los sistemas productivos apícolas, estos factores incluyen la exposición a eventos climáticos como sequías e inundaciones y la sensibilidad, manifestándose en factores como la temperatura, disponibilidad de recursos Nectarpoliniferos, calidad del agua y la presencia de químicos.

También Eakin y Luers (2006), refuerza la teoría indicando que la "vulnerabilidad de un sistema se refleja en la combinación de exposición y sensibilidad, junto con la capacidad de respuesta que el sistema pueda ofrecer frente a las amenazas o riesgos externos" (p. 367).

En este sentido la teoría de vulnerabilidad se centra principalmente en los factores de riesgos externos y la falta de capacidad de respuesta, lo que puede simplificar la complejidad de los sistemas socio ecológicos. Como apuntan Eakin y Luers (2006), este enfoque puede subestimar los mecanismos adaptativos que ya existen en las comunidades rurales.

Las abejas en general dependen de plantas específicas para obtener néctar, polen, agua y resinas que luego lo transforman en miel, jalea real, ceras y propóleos. Pero cuando las condiciones climáticas alteran los periodos de floración, adelantando o retrasando los ciclos de floración de las plantas, las abejas pueden encontrarse con una falta de alimentos y recursos situando a la colmena altamente expuesta y sensible Burkle et al. (2013). Investigaciones también han demostrado que el desarrollo de las colmenas están fuertemente influenciados por la temperatura ambiente, En climas más cálidos de lo normal, las abejas pueden experimentar estrés térmico y dificultad para regular la temperatura interna de la colmena, asfixiando las larvas, por el contrario, en climas fríos intenso las salidas de las abejas y el pecoreo de recursos se ve disminuido afectando la producción de miel Stabentheiner et al. (2010).

Frente a estos desafíos, la teoría de resiliencia, según lo planteado por Folke (2006), ofrece un marco filosófico que permite comprender cómo los sistemas socio ecológicos pueden absorber perturbaciones y reorganizarse sin perder su función esencial. Introduciendo el concepto de cambio transformador. Esta teoría, nos aproximada a los sistemas productivos apícolas, apuntando a que los apicultores desarrollen estrategias de adaptación que fortalezcan la resiliencia de sus sistemas pro-

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

ductivos frente a las variaciones climáticas.

Walker et al (2004), amplía esta perspectiva al proponer que la resiliencia de los sistemas no radica únicamente en la resistencia, sino también en la capacidad de adaptación y transformación, de la mano con prácticas innovadoras y gestión del conocimiento, como la diversificación y ubicación estratégica de cultivos y árboles néctar poliníferos, mejoramiento genético de abejas reinas, monitoreo del clima y ubicación estratégica de los apiarios.

El presente ensayo tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad y resiliencia de la apicultura frente al cambio climático, explorando como los apicultores han adaptado sus prácticas para reducir los riesgos asociados con el cambio climático contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas productivos, a través de una revisión bibliográfica y un análisis contextual, identificar cuales son los factores que incrementan la vulnerabilidad en el territorio y las buenas practicas que aumentan su resiliencia como mecanismos adaptativos de los sistemas productivos apícolas, contribuyendo al desarrollo territorial sostenible frente al cambio climático.

DESARROLLO

Vulnerabilidad de la apicultura frente al cambio climático

El cambio climático es uno de los desafíos más importantes para los sistemas agrícolas en todo el mundo, y su impacto se manifiesta en cambios de temperatura, variaciones en las precipitaciones, y un aumento en la frecuencia de eventos extremos como sequías, inundaciones y olas de calor. Investigaciones realizadas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014) destacan que estos cambios no solo afectan a los cultivos y la ganadería, sino también a actividades como la apicultura, que dependen de condiciones ambientales específicas como la floración, disponibilidad de agua y la temperatura.

Según Herrero et al. (2021), el cambio climático aumenta la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas, especialmente aquellos que dependen de interacciones ecológicas complejas, como la relación entre abejas y plantas con bondades melíferas.

Según Adger (2006), la vulnerabilidad no solo depende de los riesgos ambientales, sino también de la capacidad de las comunidades para adaptarse y mitigar los efectos del cambio. Sin embargo, en contextos rurales con recursos limitados, esta capacidad adaptativa se ve restringida, lo que incrementa aún más la exposición de los apicultores ante los efectos del cambio climático.

Desde una mirada socio ecológica, la vulnerabilidad en los sistemas productivos apícolas aumenta por la dependencia de las abejas de las condiciones climáticas para el pecoreo de néctar y polen, este fenómeno es critico en áreas rurales donde la apicultura representa una fuente importante de ingresos económicos y una practica cultura, como en el corredor seco de Nicaragua.

Los factores principales que aumentan la vulnerabilidad en la apicultura podemos encontrar:

1. Cambios en la temperatura y el clima: Burkle et al. (2013) menciona que el cambio climático ha

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

provocado un aumento en las temperaturas globales y una alteración en los patrones de precipitación, afectando la flora melífera de la que dependen las abejas para recolectar alimento, esto significa que las temperaturas extremas como el frío y el calor pueden causar estrés en las colmenas, disminuyendo su productividad y reproducción, limitando de manera directa sus actividades cotidianas de reproducción, acicalamiento, pecoreo de néctar y la polinización de las flores.

Estudios como el de Kovac et al, (2007) evidencian que la mortalidad de las abejas puede aumentar cuando las temperatura superan los 35°C, por que dificultan la autorregulación térmica dentro de las colmenas calcinando las larvas de manera sistemática, principalmente aquella que ronda las edades de 1 a 3 días que son más vulnerables en su etapa larval.

2. Cambios en los patrones de floración: Las variaciones en los ciclos de floración a causa de los efectos del cambio climático, afecta directamente los sistemas productivos apícolas, estos efectos se ven materializados en la disminución del flujo nectario, causando desequilibrios en la colmena, cuando la floración se adelanta o se retrasa las reservas de alimento como miel, polen y jalea real se ven comprometidos obligando al apicultor a suministrar alimento artificial como jarabes a base de azúcar. Potts et al. (2010) evidenciaron como la falta de sincronización entre la etapa de floración y la actividad de pecoreo de las abejas producto de las variaciones climáticas reduce la disponibilidad y reserva de alimento, debilitando la colmena y afectando la polinización de las plantas, este desequilibrio ecológico perjudica tanto a las colmenas como al éxito reproductivo de las plantas, lo que genera un ciclo negativo para ambas especies, afectando la producción de miel y por ende la generación de ingresos económicos.

Las alteraciones en los ciclos de floración debido al cambio climático representan uno de los problemas más graves para la apicultura. Cuando la floración se adelanta o retrasa, las abejas pueden enfrentar períodos sin disponibilidad de néctar, lo que compromete su salud y la producción de miel. Potts et al. (2010) han documentado cómo la falta de coincidencia entre la actividad de las abejas y la floración reduce la eficiencia de la polinización y afecta el éxito reproductivo de las plantas, lo que genera un ciclo negativo para ambas especies.

3. Proliferación de plagas y enfermedades: El cambio climático también influye en la proliferación de plagas y enfermedades que afectan a las abejas. Investigaciones como el de Goulson et al. (2015) destacan que el aumento de las temperaturas y los cambios en la humedad crean condiciones favorables para la reproducción de parásitos como el Varroa destructor, pequeño escarabajo de la colmena PEC y patógenos como el Nosema, los cuales han causado grandes pérdidas en las poblaciones de abejas a nivel mundial.

En el caso de la Varroa representa un problema serio para las abejas debido a que este parasito se alimenta principalmente de la hemolinfa de las abejas, en el caso de las abejas obreras las debilita y reduce su capacidad física para realizar las tareas esenciales para la sobrevivencia de la colmena, pero en el caso de parasitar a la abeja reina, la debilita físicamente, reduce su capacidad de postura de huevos, enfermarla por la transmisión de virus y otras enfermedades, causando el reemplazo natural o artificial de la abeja reina.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

También, el pequeño escarabajo de la colmena PEC (*Aethina tumida*), es un parasito que causa graves daños a la colmenas, favorecido por el aumento de las temperaturas (28°C y 32°C) (Martinez, 2015) sus hábitats se han expandido a áreas donde el clima fresco impedía su proliferación y supervivencia, este aumento de la temperatura favorece los ciclos de vida más rápido con una tasa infestación de 1000 a 2000 huevos cada hembra y una promedio de 4 a 6 meses de vida por insecto, causando destrucción de panales, contaminación de la miel, fermentación de la miel, muerte de cría de abejas, reducción en la producción de la miel, y estrés general en las abejas (OIE, 2013).

4. Limitaciones económicas y tecnológicas: La capacidad de los apicultores para adaptarse a estos cambios se ve limitada por factores económicos y de infraestructura. para Eakin y Luers (2006), las comunidades rurales tienen menos acceso a recursos económicos que les limita implementar tecnologías de adaptación, como sistemas de monitoreo de colmenas y técnicas avanzadas de alimentación suplementaria.

En el caso de la apicultura en Nicaragua, específicamente en el corredor seco, esta falta de recursos agrava la vulnerabilidad de los sistemas productivos apícolas, que deben enfrentar los efectos del cambio climático con medios limitados, lo que los coloca en un estado de vulnerabilidad alta, esto contrasta con un estudio por Le Conte y Navajas (2008) en el mediterráneo donde las temperaturas pueden ser extremas, encontrando una mortalidad elevada en colonias de abejas, debido a las olas de calor y a la reducción en la disponibilidad de agua y néctar.

Como se abordó, múltiples factores de vulnerabilidad frente a las variaciones climáticas afectan la apicultura, afectando directamente la biodiversidad y los patrones y ciclos productivos, golpeando la económica familiar de los productores, los ejemplos abordados muestran que la adaptación a los cambios climáticos es clave para reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos, para poder asegurar la sostenibilidad de la actividad frente al cambio climático, la vulnerabilidad de los sistemas productivos apícola en el corredor seco de Nicaragua es una realidad latente que exige estrategias innovadoras para el abordaje de estos desafíos.

La vulnerabilidad de la apicultura frente a las variaciones climáticas se ha manifestado en múltiples factores que impactan tanto la biodiversidad como los ciclos productivos apícolas y agrícolas, afectando directamente en la economía familiar de los productores, los ejemplos presentados muestran que la adaptación a estos cambios climáticos es clave para reducir la vulnerabilidad y asegurar la sostenibilidad del rubro frente al cambio climático.

La Fragilidad de los sistemas productivos apícolas en el corredor seco de Nicaragua demanda la implementación de estrategias innovadoras que permita enfrentar estos desafíos de manera eficaz y sostenibles en el tiempo.

Resiliencia en la Apicultura: Adaptación y Transformación

La resiliencia en términos simples en la apicultura radica en la capacidad de las colmenas y de los apicultores para enfrentar eventos climáticos y ecológicos adversos sin perder la funcionalidad esencial del sistema productivo, partiendo de esta premisa podemos decir que la resiliencia implica que los apicultores puedan además de resistir los eventos climáticos y ecológicos adversos reorganizarse y

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

adaptarse a nuevas realidades productivas.

Según Folke (2006), la resiliencia permite que los sistemas socio-ecológicos, como la apicultura, absorban los impactos ambientales y se reorganicen, adaptando sus prácticas para mantener la producción y sostenibilidad a largo plazo. Este concepto implica no solo la resistencia ante el cambio, sino también una capacidad de adaptación y transformación que permita a las comunidades apícolas responder proactivamente a las condiciones cambiantes.

Walker et al. (2004) amplían esta visión al destacar que la resiliencia se construye mediante la diversificación, la innovación en prácticas de manejo, y el fortalecimiento del conocimiento local.

Algunas estrategias de adaptación de la apicultura son: 1. La diversificación de recursos néctarpoliníferos y alimentación Suplementaria: La diversificación de plantas melíferas y el uso de alimentación suplementaria son estrategias esenciales para reducir la dependencia de las abejas de ciclos de baja o nula floración, los cuales son alterados por el cambio climático.

Potts et al. (2010) en su estudio menciona que la plantación de especies vegetales nativas y la siembra de cultivos que florecen en diferentes épocas del año ayudan a estabilizar la disponibilidad de polen y néctar, lo que fortalece la resiliencia de las colmenas.

En este sentido Potts et al. (2010) también muestra que las estrategias de alimentación suplementaria, como el uso de jarabe de azúcar o sustitutos de polen en épocas de escasez, permiten mantener las reservas de alimento y proteger la salud de las abejas. Al implementar estos métodos de alimentación los apicultores minimizan el riesgo de hambruna, disminución de población de abejas y pillaje en las colmenas, asegurando su capacidad de reproducción y recolección de miel en momentos críticos en el ciclo productivo.

También en comunidades rurales, una estrategia clave para promover la resiliencia apícola es la plantación de especies vegetales Néctarpoliníferos o adaptadas al clima local, las cuales proveen una fuente constante de alimento para las abejas y son más resistentes a las fluctuaciones ambientales.

2. Mejoramiento genético de abejas reinas. Y es que el mejoramiento genético de las abejas reinas es claves, por que el timón de la colmena pasa por que tan efectiva y productiva es la abeja reina tanto en el control de la agresividad de las abejas como en la obtención de recursos y reproducción, para Le Conte y Navajas (2008) el mejoramiento de las abejas reinas fortalece las características adaptativas de la colmena como resistencia a enfermedades y tolerancia a altas temperaturas.

Por ultimo 3. Capacitación y redes de apoyo: Otro aspecto que mejora la resiliencia en la apicultura es la capacitación y el intercambio de experiencias dado que fomenta la adopción de mejores prácticas apícolas y la innovación en el manejo y la transformación de productos derivados de la miel, fortaleciendo al individuo pero también creando una red de apoyo para épocas de crisis. En este sentido Walker et al. (2004) en su estudio sugieren que la resiliencia en las comunidades rurales depende en gran medida del intercambio de conocimientos y experiencias para afrontar los nuevos

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

desafíos de manera proactiva.

CONCLUSIONES

La vulnerabilidad apícola tiene un impacto mayoritariamente negativo en las zonas secas, como el corredor seco de Nicaragua, debido a la dependencia de las abejas de las condiciones climáticas y los recursos néctarpoliníferos. Este impacto se manifiesta en la disminución del flujo nectario y por ende la productividad apícola y la estabilidad económica de los apicultores.

El análisis realizado muestra que la combinación de factores climáticos adversos, como las alteraciones en los patrones de floración, el incremento de plagas y enfermedades, y las limitaciones económicas, incrementan la vulnerabilidad apícola. Sin embargo, estrategias como la diversificación de árboles y cultivos néctar poliníferos, el mejoramiento genético de las abejas y la implementación de prácticas de manejo sostenibles han demostrado ser efectivas para construir resiliencia en los sistemas productivos apícolas.

Ante los desafíos impuestos por el cambio climático, es fundamental fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos apícolas mediante la adopción de prácticas adaptativas e innovadoras como el mejoramiento genético, alimentación suplementaria, la transformación y aprovechamiento de los recursos proporcionados por la colmena como la miel y la cera; y la integración de estrategias sostenibles basadas en el conocimiento científico y tradicional, contribuyendo al desarrollo territorial y la conservación de especies vegetales nativas y con alto potencial melífero.

REFERENCIAS

- Adger, N. (2006). Vulnerability, *Global Environmental Change*. ELSEVIER, 268-281.
- Burkle, L., Marlin, J., & Knight, T. (2013). Plant-Pollinator Interactions over 120 Years: Loss of Species, Co-Occurrence, and Function. *Science*, 1611 - 1615. doi:10.1126/science.1232728
- Eakin, H., & Luers, A. (2006). Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems. 365-394. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144352>
- Folke, C. (2006). Resiliencia: El surgimiento de una perspectiva para el análisis de sistemas socioecológicos. *Global Environmental Change*, 253-267. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., & Rotheray, E. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255957.
- Herrero, A. C., Natenzo, C., & Miño, M. L. (2021). Vulnerabilidad social y cambio climático en Argentina: Una revisión de la literatura. *Revista de Estudios Sociales*, 80-95.
- IPCC. (2014). *Climate Change, Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. England: Universidad CAMBRIDGE.

Ciencias Agronómicas, Tecnología y Salud

- Kovac, H., Stabentheiner, A., Hetz, S., Petz, M., & Crailsheim, K. (2007). Respiración de las abejas en reposo. *Journal of Insect Physiology*, 18-29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2007.06.019>
- Le Conte , & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 485-497.
- Martinez, J. (2015). *Aethina tumida* Murray. El pequeño escarabajo de la colmena. *Vida Apícola: revista de apicultura*, 14-19.
- OIE. (2013). INFESTACIÓN POR EL ESCARABAJO DE LAS COLMENAS (*Aethina tumida*).
- Potts, S., Biesmeijer , J., Kremen , C., Neumann, P., Schweiger , O., & E. Kunin, W. (2010). Disminución de los polinizadores a nivel mundial: tendencias, impactos y factores impulsores. *Trends in Ecology & Evolution*, 345-353. doi:[10.1016/j.tree.2010.01.007](https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007)
- Stabentheiner, A., Kovac, H., & Brodschneider, R. (2010). Termorregulación de colonias de abejas: mecanismos reguladores y contribución de los individuos en función de la edad, la ubicación y el estrés térmico. *Plosone*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008967>
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., & Ann, K. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*.