	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 12</b>

16.

<b>FECHA</b>	Martes, 13 de junio de 2023
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Ubaté
------------------------	-----------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia
---------------------------	-----------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Almeciga Moreno	Diana Carolina	1075669960

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Bosa Ochoa	Carlos Felipe

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>Importancia de la polinización dirigida en cultivos comerciales y la polinización en ecosistemas estratégicos</b>

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 12</b>


<b>SUBTÍTULO</b> <b>(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN</b>	
<b>INDICADORES</b>	<b>NÚMERO</b>
ISBN	
ISSN	
ISMN	

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
19/05/2022	44


<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Abejas	Bees
2.Polinización Dirigida	Directed pollination
3.Cultivos Comerciales	Cash crops
4.Producción	Production
5.Ecosistemas Estratégicos	Strategic Ecosystems
6.Apicultura	Beekeeping

<b>FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Instituto Nacional de la Economía Social. (2018). <i>Historia e importancia de la Apicultura</i>. Obtenido de Gobierno de México: <a href="https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura">https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura</a></li> <li>Alonso, P. (2020). Análisis de la actividad apícola desde los sistemas socioecológicos complejos. <i>Revista Pensamiento y Acción Interdisciplinaria.</i>, 6 (1), 71-89.</li> <li>Forgest, S. (2019). <i>Las abejas son los animales más importantes del mundo: estudio</i>. Obtenido de México Forbest: <a href="https://www.forbes.com.mx/las-abejas-son-los-animales-mas-importantes-del-mundo-estudio/">https://www.forbes.com.mx/las-abejas-son-los-animales-mas-importantes-del-mundo-estudio/</a></li> <li>Ramírez, A. (2021). ¿Cuál es la importancia de las abejas y por qué se celebra el día mundial de estos insectos? (Semana, Entrevistador)</li> <li>Soto, L. (2022). <i>Ley 2193 de 2022 "Por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras"</i></li> </ol>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 12</b>

*disposiciones*". Obtenido de Blog Departamento de derecho del medio ambiente: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/ley-2193-de-2022-por-medio-de-la-cual-se-crean-mecanismos-para-el-fomento-y-desarrollo-de-la-apicultura-en-colombia-y-se-dictan-otras-disposiciones/#:~:text=El%20pasado%20de%20enero,asociaci%C3%B3n%20gremial%20d>

6. Otálora, J. (2023). Polinización dirigida en cultivos comerciales. (C. Almeciga, Entrevistador).
7. Barrios, Y., & Ramírez, N. (2020). Biología floral y solapamiento fenológico de las angiospermas de un bosque inundable, cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Acta Botánica Mexicana*.
8. Vargas, G. (2023). Sistema de polinización dirigida basado en la melitofilia. (C. Almeciga, Entrevistador)
9. Serrano, G. (2022). Programa abejas con la conservación. (C. Almeciga, Entrevistador).
10. Pico, A. (2011). Impacto del cambio climático en la apicultura. Apicultura sin fronteras. *Periodico de distribucion mundial*.
11. Castellanos, B., Gallardo, F., Sánchez, A., Landeros, C., Díaz, G., Sierra, P., & Santivañes, J. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1-19.
12. Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
13. Rizo, J. (2015). *Técnicas de investigación documental*. Managua: Universidad Autónoma de Nicaragua.
14. CPAA. (2019). *La apicultura crece en Colombia*. Obtenido de Revista semana: <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/en-colombia-no-desaparecen-las-abejas-crece-su-produccion/44098/>
15. Díaz, F. (2022). La apicultura crece en Colombia. (C. Almeciga, Entrevistador)
16. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Cadena de las Abejas y la Apicultura*. Obtenido de MINAGRICULTURA: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
17. Serrano, F. (2022). Polinización dirigida en cultivos comerciales. (A. Almeciga, Entrevistador)
18. Canete, E. (2018). *Trashumancia apícola*. Obtenido de Agronews Castilla y Leon: <https://www.agronewscastillayleon.com/trashumancia-apicola>
19. ICA. (2020). *Resolucion (sin num)*. Obtenido de "Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro Pecuario de Establecimientos

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 12</b>

Productores de Especies no Tradicionales y el Registro de Productores de Abejas”:  
[https://www.redjurista.com/appfolders/images/news/PR\\_ICA\\_0038AJ\\_2018.pdf](https://www.redjurista.com/appfolders/images/news/PR_ICA_0038AJ_2018.pdf)


20. Manrique, A. (2017). *Manejo y optimizacion de la produccion apicola en Venezuela*. Obtenido de Apiservices:  
<https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1217-optimizacion-de-produccion-apicola-venezuela>
21. Vásquez, R., Ballesteros, H., Ortégón, Y., & Castro, U. (2006). Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
22. León Ruiz, Y., & Moreno Sepúlveda, J. C. (2006). Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) valencia y Ombligona con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/110>
23. CORPOICA (2011). Polinización dirigida con abejas *Apis Mellifera*; tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador.
24. Gonzales, C. (2018). Polinización con abejas *Apis mellifera* como herramienta biotecnológica para mejoramiento en cultivos de café *Coffea arabica* variedad castillo. *Universidad abierta y a distancia UNAD*.
25. Calvo Guerrero, F. O. & Castro Bohórquez, A. (2019). *Polinización por abejas (Apis Mellifera) e incidencia en cultivo de Mango Tommy (Mangifera Indica)*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/16215>.
26. Murcia, J. (2023). Con la polinización dirigida la productividad de los frutales crece entre 25 % y 100%. Agronegocios. Recuperado de: <https://www.agronegocios.co/agricultura/con-la-polinizacion-dirigida-la-productividad-de-los-frutales-crece-entre-25-y-100-3544901>
27. Debazan, J. (2017). *Briofitas y Pteridofitas*. Obtenido de Debazan.es:  
<http://debazan.es/clasificacion-de-las-plantas/>
28. EAB. (2016). *anexo biodiversidad, flora y fauna de los cerros orientales de Bogotá, guiones turísticos senderos quebrada la Vieja río san francisco – Vicachá*. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/all/themes/turismov2/BibliotecaDocumentos/Productos/Naturaleza/Fauna%20y%20Flora%20Cerros%20Orientales.pdf>
29. Restrepo, J. (2016). *Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica “Encenillo”, Guasca-Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana.
30. Alvear, M., Betancur, P., & Franco, R. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central colombiana. *Caldasia* 32(1): 39-63., 12.
31. Molina, M., Soto, H., Gutierrez, B., Gonzalez, J., Koch, L., Ipinza, L., . . . Chung, P.

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2


	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 12</b>

(2016). *Huertos mellíferos con especies forestales nativas una alternativa para apoyar a la agricultura familiar campesina y mejorar el negocio apícola*. Santiago de Chile.

32. Méndez, M., Sánchez, A., Flores, F., & Lupo, L. (2018). Recurso polinífero utilizado por *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina. *Revista de biología tropical*, 33.
33. Chamorro, F. (2016). La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia. *Research Gate*, 16.
34. Cárdenas, F., Devia, C., Cordero, H., Farah, M., Rojas, A., & Herrera, J. (2017). *La Conservación y la producción por parte de las comunidades locales en la cuenca media del Río Chicamocha (Boyacá, Colombia)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IDEADE; p. 36-42.
35. Villamil, J. (2022). Progama abejas con la conservacion. (C. Almeciga, Entrevistador)
36. CEPAL. (2016). *La economía del cambio climático en America Latina y el caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
37. ONU. (2020). *Los países ricos, con sus emisiones de dióxido de carbono, ponen en peligro el futuro de todos los niños del mundo*. Obtenido de Noticias ONU. Mirada global Historias humanas: <https://news.un.org/es/story/2020/02/1469721#:~:text=%E2%80%99C%20Los%20pobres%20del%20mundo%20en,planeta%20no%20puede%20permitirse%20esto%E2%80%9D>.
38. ONU. (2020). *El cambio climático es más mortal que el coronavirus*. Obtenido de Noticias ONU. Mirada global Historias humanas: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1470901>
39. OPS. (2021). *El cambio climático influye en los determinantes sociales y ambientales de la salud, a saber, un aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura*. Obtenido de OPS: <https://www.paho.org/es/noticias/20-9-2021-revistas-cientificas-alertan-sobre-efectos-crisis-climatica-salud-humana>
40. Favier, M., Chi, M., Dehesa, L., & Veranes, M. (2019). Effects of climate change on health. *Revista de Informacion Cientifica*.
41. FAO. (2022). Estrategia de la FAO sobre el cambio climático (2022-2031). *Rev/1*.
42. Casanova, L., Flores, B., García, F., Cruz, P., & Rosales, V. (2022). Sistema agroalimentario localizado: revalorización ante un contexto de pobreza y cambio climático en la Huasteca Hidalguense. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol 13. No 3*.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 12</b>


43. Gallardo, F., Castellanos, B., Padilla, G., Perez, A., Landeros, C., & Sol, A. (2021). Disonancia cognitiva ante el cambio climático en apicultores: un caso de estudio en México. *Revista pecuaria de ciencias pecuarias*.
44. FAO. (2019). *Cultivos y productos de ganadería*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
45. Verde, M. (2014). Apicultura y seguridad alimentaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 48, núm. 1, 25-31.
46. Yayeh, D., & Walter, L. (2017). Farmers' perceptions of climate variability and its adverse impacts on crop and livestock production in Ethiopia. *Journal of Arid Environments*.
47. Gracia, J. (2022). *Las abejas no podrían vivir en los campos actuales*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/america-futura/2022-07-28/las-abejas-no-podrian-vivir-en-los-campos-actuales.html>
48. AICCA. (2022). *Los nuevos medios de vida para la adaptación siguen afianzándose en la cuenca del Lago de Tota*. Obtenido de CONDENSAN: <https://condesan.org/2022/06/20/los-nuevos-medios-de-vida-para-la-adaptacion-siguen-afianzandose-en-la-cuenca-del-lago-de-tota/>
49. Cabello, C. (2022). *La apicultura se ha adaptado al cambio climático con el uso de colmenas inteligentes*. Obtenido de RTVE: <https://www.rtve.es/noticias/20220520/apicultura-adaptado-cambio-climatico-uso-colmenas-inteligentes/2350561.shtml>
50. Hernández, L., & Williams, T. (2020). *La importancia de plagas de colmenas*. Obtenido de INECOL: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1324-la-importancia-de-las-plagas-de-colmenas>
51. Otalora, J. (2022). Humedad Relativa en las colmenas. (C. Almeciga, Entrevistador)
52. Alvarado, M., Foroughbakhch, R., Jurado, E., & Rocha, A. (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*.
53. Devoto, M., Montaldo, N., & Medan, D. (2006). Mixed hummingbird: Long-proboscid-fly pollination in ornithophilous *embothrium coccineum* (proteaceae) along a rainfall gradient in patagonia, argentina. *Austral Ecology*, 512-519.
54. Pajaro, V., Oliva, G., Cocucci, A., & Sércic, A. (2012). Caracterización y variación espacio-temporal del néctar en *anarthrophyllum desideratum* (fabaceae): Influencia del clima y los polinizadores. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 375-387.
55. WWF. (2018). *Cambio climático y energía*. Obtenido de [https://www.wwf.org.co/que\\_hacemos/cambio\\_climatico\\_y\\_energia/](https://www.wwf.org.co/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 12</b>

56. MINAMBIENTE. Cambio Climático y Gestión del Riesgo: obtenido de:  
<https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/politica-y-normativa/>
57. FAO. (2022). Ley N° 2193 – Se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia. Obtenido de:  
<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC211053/>
58. León Ruiz, Y., & Moreno Sepúlveda, J. C. (2006). Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) valencia y ombligona con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/110>

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El presente artículo es una revisión bibliográfica para establecer la importancia de la polinización dirigida en cultivos comerciales y la polinización en ecosistemas estratégicos. La metodología utilizada en el documento es de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo; para la recolección de la información se utilizaron fuentes primarias basadas en la entrevista a productores, fuentes secundarias a partir de la revisión de artículos científicos indexados en bases de datos electrónicas y repositorios bibliográficos en los cuales se identificaron los últimos estudios relacionados al contexto apícola. Los aspectos temáticos consultados fueron, los principales cultivos comerciales en los que se ha hecho polinización dirigida, y los resultados obtenidos en algún programa de polinización en ecosistemas estratégicos, así como las posibles afectaciones en la polinización por el cambio climático. Los principales estudios de polinización dirigida en cultivos comerciales se tienen en fresa, donde se observa que la producción se incrementa de 74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20,25 kg; otros ejemplos son en naranja Ombligona y Valencia de 13,64% y 74,99%, respectivamente; Aguacate 79%; ahuyama (70%), café (22%), cacao (79%), mango (25%), melón (100%), mora (45%), sandía (90%), y en café un incremento del 14%. El proyecto abejas con la conservación de la reserva forestal del municipio de Zipaquirá, indica que las principales especies de este ecosistema estratégico con potencial para polinización son: *Mortiño, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso, Acacia negra, Acacia japonesa, Abutilón, Alcaparro enano, Alcaparro doble, Amarguero amarillo, Amargoso, Angelito, entre otros*.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 12</b>

### Abstract

This article is a bibliographic review to establish the importance of directed pollination in commercial crops and pollination in strategic ecosystems. The methodology used in the document is descriptive, with a qualitative approach; For the collection of information, primary sources based on the interview with producers were used, secondary sources from the review of scientific articles indexed in electronic databases and bibliographic repositories in which the latest studies related to the beekeeping context were identified. The thematic aspects consulted were the main commercial crops in which directed pollination has been carried out, and the results obtained in some pollination program in strategic ecosystems, as well as the possible effects on pollination due to climate change. The main studies of directed pollination in commercial crops are in strawberry, where it is observed that production increases from 74.5 +/- 20.25 kg to 151.3 +/- 20.25 kg; other examples are in Ombligona and Valencia orange of 13.64% and 74.99%, respectively; Avocado 79%; ahuyama (70%), coffee (22%), cocoa (79%), mango (25%), melon (100%), blackberry (45%), watermelon (90%), and in coffee an increase of 14% . The project bees with the conservation of the forest reserve of the municipality of Zipaquirá, indicates that the main species of this strategic ecosystem with potential for pollination are: "Mortiño, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso , Black Acacia, Japanese Acacia, Abutilón, Dwarf Caper, Double Caper, Yellow Amarguero, Amargoso, Angelito, among others".

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN


Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 12</b>


<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 12</b>

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_\_ NO X**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 11 de 12</b>

consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.




j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**


Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 12 de 12</b>

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Importancia de la polinización dirigida en cultivos comerciales y la polinización en ecosistemas estratégicos.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Diana Carolina Almeciga Moreno	

21.1-51-20.

**Importancia de la polinización dirigida en cultivos comerciales y la polinización en ecosistemas estratégicos**

**Importance of directed pollination in commercial crops and pollination in strategic ecosystems**

*Diana Carolina Almeciga Moreno*<sup>1</sup>

*Carlos Felipe Bosa*<sup>2</sup>

*Universidad de Cundinamarca.*

*Facultad de Ciencias Agropecuarias.*

*Programa Zootecnia, Seccional Ubaté.*

---

<sup>1</sup>Estudiante del programa Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, seccional Ubaté.

<sup>2</sup>Biólogo, Docente, Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, seccional Ubaté.

## Resumen

El presente artículo es una revisión bibliográfica para establecer la importancia de la polinización dirigida en cultivos comerciales y la polinización en ecosistemas estratégicos. La metodología utilizada en el documento es de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo; para la recolección de la información se utilizaron fuentes primarias basadas en la entrevista a productores, fuentes secundarias a partir de la revisión de artículos científicos indexados en bases de datos electrónicas y repositorios bibliográficos en los cuales se identificaron los últimos estudios relacionados al contexto apícola. Los aspectos temáticos consultados fueron, los principales cultivos comerciales en los que se ha hecho polinización dirigida, y los resultados obtenidos en algún programa de polinización en ecosistemas estratégicos, así como las posibles afectaciones en la polinización por el cambio climático. Los principales estudios de polinización dirigida en cultivos comerciales se tienen en fresa, donde se observa que la producción se incrementa de 74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20,25 kg; otros ejemplos son en naranja Ombligona y Valencia de 13,64% y 74,99%, respectivamente; Aguacate 79%; ahuyama (70%), café (22%), cacao (79%), mango (25%), melón (100%), mora (45%), sandía (90%), y en café un incremento del 14%. El proyecto abejas con la conservación de la reserva forestal del municipio de Zipaquirá, indica que las principales especies de este ecosistema estratégico con potencial para polinización son: *“Mortino, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso, Acacia negra, Acacia japonesa, Abutilón, Alcaparro enano, Alcaparro doble, Amarguero amarillo, Amargoso, Angelito, entre otros”*.

**Palabras claves:** abejas, polinización dirigida, cultivos comerciales, producción, ecosistemas estratégicos.

## **Abstract**

This article is a bibliographic review to establish the importance of directed pollination in commercial crops and pollination in strategic ecosystems. The methodology used in the document is descriptive, with a qualitative approach; For the collection of information, primary sources based on the interview with producers were used, secondary sources from the review of scientific articles indexed in electronic databases and bibliographic repositories in which the latest studies related to the beekeeping context were identified. The thematic aspects consulted were the main commercial crops in which directed pollination has been carried out, and the results obtained in some pollination program in strategic ecosystems, as well as the possible effects on pollination due to climate change. The main studies of directed pollination in commercial crops are in strawberry, where it is observed that production increases from 74.5 +/- 20.25 kg to 151.3 +/- 20.25 kg; other examples are in Ombligona and Valencia orange of 13.64% and 74.99%, respectively; Avocado 79%; ahuyama (70%), coffee (22%), cocoa (79%), mango (25%), melon (100%), blackberry (45%), watermelon (90%), and in coffee an increase of 14% . The project bees with the conservation of the forest reserve of the municipality of Zipaquirá, indicates that the main species of this strategic ecosystem with potential for pollination are: ‘‘Mortiño, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso , Black Acacia, Japanese Acacia, Abutilón, Dwarf Caper, Double Caper, Yellow Amarguero, Amargoso, Angelito, among others’’.

**Keywords:** bees, directed pollination, cash crops, production, strategic ecosystems

## **Introducción**

A nivel mundial, la apicultura juega un papel muy importante en el ámbito social, económico y ambiental, hasta el punto de llegar a ser considerada como un pilar fundamental en la economía social y la seguridad alimentaria (1). Sin embargo, la importancia que tiene la apicultura a través de los sistemas productivos mundiales, radica en la capacidad que tienen las Abejas para polinizar las plantas, ya que generan una mayor capacidad de fecundación, dando como resultado un equilibrio medio ambiental, la prestación de servicios ecosistémicos y la producción de alimento (2).

Tal es el punto de importancia de estos insectos que la Real Sociedad de Geografía de Londres y el Earthwatch Institute, dan el calificativo del animal más importante del planeta, y por ende se encierra a la apicultura como un sistema productivo beneficioso. Aunque la verdadera cualidad de las abejas es su capacidad polinizadora, llegando a polinizar alrededor del 70% de la agricultura mundial, que representa el 35% de la producción de alimentos (3). Este apelativo se otorga por ser animales que no transportan ningún tipo de patógeno zoonótico, evitando la propagación de epidemias, pero por experiencia de los productores en campo se ha notado que pueden transportar patógenos que afectan la productividad de otras colmenas.

En el ámbito mundial, al observarse un declive en la población de las abejas, se inicia una estrategia que inicialmente se implementó en el año 2013 en la Unión Europea, buscando restringir algunos insecticidas químicos que son nocivos para las Abejas. A



su vez, en Colombia se hace un fomento de la sinergia entre las Abejas y las Plantas, buscando la concientización en el uso responsable de plaguicidas, y la responsabilidad de preservación de las abejas, además del aporte de estas a la agricultura y al medio ambiente (4).

De igual manera, dentro de los programas de protección a las abejas y la importancia de estas en Colombia, se estableció la Ley 2193 del 6 de enero del 2022, la cual busca: *“fomentar la actividad apícola, regular la comercialización de los productos y servicios de las abejas, proteger a las especies polinizadoras y apoyar las iniciativas de asociación gremial de los apicultores”* (5).

A partir de lo establecido acerca de la apicultura, y la importancia de las abejas, surge la necesidad de hablar acerca de la polinización dirigida. Este es un sistema que se utiliza para llevar las abejas a los cultivos a través de la trashumancia, e inducir a las abejas a polinizar dichos cultivos (6).

Bajo este contexto, se tiene que la “melitofilia” es el método por el cual las plantas vírgenes atraen a los insectos himenópteros, en especial abejas para reproducirse a través de la polinización, que básicamente consiste en transferir el polen desde la antera (órgano masculino de la planta) hacia el pistilo (órgano femenino de la planta), permitiendo así generar más flores, frutos y en consecuencia más semillas; sin embargo, se debe tener en cuenta que este proceso solo ocurre en plantas angiospermas (7).

El ser humano aprovechando la melitofilia de las plantas, recurre a tomar estos pétalos de las plantas vírgenes, hacer una infusión con los mismos para la alimentación artificial

de las abejas; la cantidad de pétalos no tiene un efecto relevante sobre la inducción de las abejas a la polinización dirigida (1 litro de agua por un Kilo de azúcar). Se acostumbra atomizar el interior de la colmena con esta infusión de pétalos para ir generando un gusto selectivo por parte de las abejas hacia los cultivos donde serán introducidas mediante la polinización dirigida. Es importante tener en cuenta que solo sirven las flores vírgenes, o que aún no han sido polinizadas, ya que son las que emiten o recurren a la melitofilia para atraer los insectos (8).

La importancia de la polinización dirigida en Colombia radica en el incremento de la calidad y la cantidad de los frutos, permitiendo una mayor oferta por parte del productor y haciendo más competitivo el sector, de esta manera se puede brindar una seguridad y soberanía alimentaria. Algunos de los cultivos en los que se ha implementado la polinización dirigida son: mora, fresa, aguacate, naranja de Valencia y Ombligona, café, aguacate, entre otros, tema que será abordado más adelante (9)

Por otra parte, en el departamento de Cundinamarca se aborda la importancia de las Abejas y los sistemas de producción apícola a través de la secretaria de ambiente de la gobernación, con el programa “abejas con la conservación”. Un programa que busca restaurar ecosistemas estratégicos a partir de la polinización o mediante el establecimiento pasivo, que consiste en ubicar colmenas en estos ecosistemas para aportar a la reproducción de las plantas endémicas del lugar, y poder ofertar servicios ambientales para la población de los municipios beneficiados, de esta manera se busca mantener una resiliencia en la región frente a las afectaciones climáticas (9).

Ahora bien, se tiene que la polinización en ecosistemas estratégicos permitirá afrontar efectos del cambio climático, asumiendo que este es un fenómeno de variaciones de temperatura y humedad (lluvias irregulares, ausentes o excesivas), que se produce en mayor parte por la quema de combustibles fósiles. Esto conduce al calentamiento global, lo que representa una amenaza directa para el sector agropecuario (10).

Sectores como la apicultura presentan vulnerabilidad ante el cambio climático, ya que, los calendarios de floración, los ciclos fenológicos de las flores tendrán un detrimento, mermando la principal fuente de alimento de las Abejas, en consecuencia, no habrá polinización ni reproducción de las plantas que dependen de estos polinizadores. Esto conlleva a deficiencias nutricionales en las Abejas, posteriormente se presenta una disminución en la respuesta inmune e incremento de la presencia de patógenos y virus en la colmena, obteniendo una repercusión directa en la producción y reproducción de las colmenas y, finalmente reduciendo la cantidad de apiarios. Esto sugiere, la importancia de realizar la polinización dirigida bajo los calendarios de floración de cultivos comerciales o de ecosistemas estratégicos (11).

El cambio climático genera escenarios complejos de mitigar sobre la polinización biótica, por ejemplo, las lluvias intensas causan caída de las flores y evitan la salida de polinizadores para realizar sus funciones, al igual que las fuertes e intensas sequías marchitan las flores, y generan escases de comida. Se hacen necesarias mayores intervenciones en los métodos de polinización que permitan afrontar las problemáticas ambientales brindando mejores escenarios simbióticos, entre las abejas y las plantas, más aún teniendo en cuenta que las abejas son consideradas especies en vía de extinción, y seres primordiales en la producción de alimento.

En este sentido, este documento pretende abordar una panorámica referente a la apicultura colombiana y el estado del arte en polinización dirigida. El objetivo general del trabajo es describir la importancia y potencial de la polinización dirigida en cultivos comerciales y en ecosistemas estratégicos; y como objetivos específicos, resaltar las bondades de la polinización dirigida mediante resultados de investigación realizados en algunos cultivos comerciales; además de describir el proyecto comunitario “abejas con la conservación en un ecosistema estratégico del municipio de Zipaquirá”, de esta manera se resalta la importancia de este tipo de proyectos en ecosistemas estratégicos, de la mano con los apicultores presentes en la reserva forestal y en la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiente.

## **Metodología**

La metodología de la revisión utilizada en el documento es de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo, donde se describe, construye e interpreta una realidad (12). Así mismo, se utiliza la técnica de análisis documental que funciona como un procedimiento científico y sistemático para indagar, recolectar, organizar, analizar e interpretar la información en torno a un determinado tema (13).

Se utilizaron fuentes primarias basadas en la entrevista personal dirigida a productores de la Asociación Agropecuaria de Zipaquirá y la Sabana con el presidente Fredy Alexander Serrano quien a la vez es el director del programa apícola de Zipaquirá, en la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiente de este municipio, de igual manera se realizó entrevista con el Dr. Giovanni Vargas quien es el director apícola del centro experimental Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, y la revisión de fuentes secundarias a partir de artículos científicos indexados.

La búsqueda bibliográfica se centró para Colombia utilizando diferentes bases de datos electrónicas como Scopus, Scielo, Redalyc, Science Direct, Google académico, y repositorios bibliográficos en los cuales se identificaron los últimos estudios relacionados al contexto apícola, problemáticas en la polinización y su relación con el cambio climático. Entre los términos de búsqueda que se utilizaron se encuentran “apícola en Colombia y cambio climático”, “contaminación y apícola en Colombia”, “sostenibilidad y apícola en Colombia”, “efectos del cambio climático y apícola Colombia”, y “bees”, “beekeeping”, “environment”.

A continuación, se describen los siguientes temas: 1. Crecimiento de la apicultura en Colombia; 2. Polinización dirigida en cultivos comerciales y trashumancia; 3. Polinización dirigida en ecosistemas estratégicos o de alta montaña; 4. Aptitud de las especies de alta montaña para ser polinizadas; 5. El cambio climático y la polinización; y 6. Cambio climático y la oferta floral.

### **Crecimiento de la apicultura en Colombia**

Se hace necesario realizar una revisión a groso modo de la oferta de biomasa y el comportamiento de la apicultura en Colombia, ya que de aquí se deriva el principal material para la polinización dirigida, que son las abejas.

Desde el punto de vista estadístico se tiene que para el año 2012 en Colombia había 88.111 colmenas registradas por el Ministerio de Agricultura a través de informes realizados por la Cadena Productiva de las Abejas y la Agricultura (CPAA). Así mismo, para el año 2018 se registraron 114.509 colmenas, rompiendo un récord de producción

de miel con un estimado de 3.600 toneladas de este producto, según afirma la misma institución (14).

Bajo esta proyección los asociados de la Federación Colombiana de Apicultores y criadores de Abejas estiman una proyección productiva para el año 2020, de 150.000 colmenas con una producción de alrededor de 4.000 toneladas de miel al año (14). Esto debe ser tenido en cuenta, para observar un incremento en la población de abejas del género *Apis mellifera* que puede ser utilizada en la polinización dirigida tanto en ecosistemas estratégicos como en cultivos comerciales.

En el informe de indicativos de la cadena apícola, se tiene que efectivamente creció la apicultura en Colombia. Inicialmente para el año 2020 se registra una cifra de 135.117 colmenas en el país, por debajo de las 150.000 proyectadas, con una producción de miel de 3.838 toneladas al año, lo que genera una ganancia de \$ 41.480.000 anuales y 9.000 empleos anuales. A partir de estos datos se tiene un rendimiento productivo por colmena de 29 kilos, el crecimiento del sector apícola desde el año 2012 al año 2019 fue del 5%, sin embargo, el cuello de botella se debe al bajo consumo *per cápita* siendo de solo 85 g. Es interesante destacar que, en el informe de la cadena apícola, para el año 2020, el aporte por la polinización dirigida en cultivos comerciales corresponde a ingresos por \$622.000.000 (15). Esto sigue ratificando la importancia de la biomasa, el crecimiento apícola y la utilización de la polinización dirigida

A partir de los servicios otorgados por la apicultura y los datos del informe de la cadena apícola en el año 2020, se realiza un análisis de la influencia de la apicultura en la polinización dirigida, y en la producción de cultivos comerciales en cuanto a calidad y

cantidad de los frutos. Es importante hacer referencia al ingreso económico que tienen los productores de cultivos comerciales al efectuar la polinización dirigida. Los ingresos son mayores cuando este tipo de polinización se realiza. De igual manera, por experiencia propia del autor, se ha observado que los precios de productos de miel monofloral producida por polinización dirigida son más rentables.

### **Polinización dirigida en cultivos comerciales y trashumancia**

Una vez se establece que el crecimiento apícola va en aumento y por consiguiente se cuenta con material biológico, a partir de este recurso se debe establecer el método en que las abejas son llevadas a campo para iniciar el proceso de polinización dirigida. La polinización dirigida debe ser convenida entre el solicitante - el agricultor - y el ofertante - el apicultor - de este tipo de alianza depende el éxito del proceso. El agricultor será quien garantice las estrictas Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y quien juegue el papel de local en las predicciones de los efectos climáticos, y la influencia de estos en los cultivos. El apicultor por su parte será quien oferte colmenas con sobrepoblaciones de abejas, que presenten óptimas condiciones sanitarias y reproductivas, con características de mansedumbre, presencia de una reina joven y fecundada, y si es posible marcada, registrando todos los estadios de desarrollo y crecimiento de la colmena (16).

Es importante analizar lo expuesto anteriormente, ya que el factor biótico es importante dentro de la relación abeja - planta. De esta manera, al entablarse esta relación, los dos participantes deben estar en óptimas condiciones físicas y sanitarias, de manera tal que el efecto polinizador sea efectivo.

Serrano (2022) menciona el término trashumancia como un homólogo a la polinización dirigida, la primera se realiza cuando hay estaciones lo que agota el recurso floral, siendo necesario desplazar las colmenas a zonas de plantas con floración. Así bien, la polinización dirigida cumple la misma función, y se realiza en cultivos comerciales para incrementar la productividad en dichos cultivos (17).

Bajo el anterior fundamento, aparece otro actor en la polinización, que es la oferta floral, por tal motivo, la polinización dirigida en cultivos comerciales está limitada por las épocas de pre cosecha donde el desarrollo fenológico de la planta da la madurez para que esta sea fecundada por la polinización biótica. Estos estadios de desarrollo lo identifican los agricultores y hace más fácil la tarea con siembras intercaladas en diferentes estadios fenológicos.

La polinización dirigida y la trashumancia no han sido tecnificadas en Colombia, aunque, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) tendrá en cuenta el Registro Nacional de Apicultores, para tener una base de datos que incluya la cédula apícola con la respectiva foto, datos personales, número de registro y número de cédula de ciudadanía. A partir de este edicto, se puede dar una normatividad para propiciar la producción apícola incluyendo la trashumancia y la polinización dirigida (18).

La legislación referente al tema apícola debe ir de la mano con las entidades ambientales. Por un lado, se tiene al ICA que es la autoridad sanitaria en el tema de cultivos y producción animal, por otro lado, se debe aumentar esfuerzos con la empresa privada y centros de investigación para garantizar la seguridad alimentaria, además es



importante también involucrar a las entidades ambientales que procuren por la vigilancia y regulación de los servicios ambientales en torno a la apicultura (19).

Se vislumbra que la trashumancia en Colombia está más direccionada hacia la polinización dirigida en cultivos comerciales, ya que su implementación permite generar mayor cantidad de flores y por ende semillas o frutos en cultivos. De tal manera que se estaría garantizando una seguridad alimentaria constante en diferentes épocas del año, garantizando una baja en los costos de estos alimentos, debido a que se puede producir extemporáneamente y garantizar mieles o productos apícolas mono florales con valor agregado (20)

En Colombia la mayor parte de estudios de polinización dirigida con *Apis mellifera*, se han hecho en cultivos de fresa (*Fragaria chiloensis*), v.gr., sobresale el estudio de Vásquez, Ballesteros, Ortigón y Castro (2006), titulado “*utilización de la abeja Apis mellifera como polinizador en cultivos comerciales de fresa*”. Con una densidad de 2 colmenas por ha, ubicadas a 100 m de distancia del cultivo y una capacidad promedio de 60.000 abejas por colmena. Se evaluó un efecto anterior y posterior a la utilización de Abejas en la producción de fresa. Los autores encontraron que la producción se incrementa de 74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20,25 kg, una vez se establecieron las colmenas en el cultivo. Después de tres semanas la producción de fresa aumentó en calidad del fruto de extra y primera (21).

León y Moreno (2006), presentan el trabajo titulado: “*evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (Citrus sinensis) Valencia y Ombligona con el uso de la abeja Apis mellifera en el municipio de Sasaima, Cundinamarca*”, para el

estudio se utilizaron 4 colmenas introducidas dentro del cultivo, adicional se brindó alimentación artificial en relación 2 a 1 y se oferta 1 L por semana. En el método de evaluación, se toman 25 frutos de cada variedad, posterior a la introducción de las colmenas. Las naranjas de la variedad Ombligona, presentaron un incremento del 17,74% en lo que respecta a peso; lo mismo le sucedió con la variedad valencia la cual presentó un 20.41% más de peso. En la variable diámetro se encontró un incremento del 6.00% y en la variedad Ombligona un incremento del 7.97%. en lo que respecta al color se tiene un color más intenso para la variedad Ombligona en un 26.70%, y en un 33.94% para la valencia. Para los grados Brix, no hay un resultado significativo estadísticamente hablando, pero si se observa un incremento del 5,79% al utilizar la polinización dirigida. Finalmente se tiene que el incremento de la producción anual fue de 13,64% y 74,99% para la variedad Ombligona y Valencia, respectivamente, dando un aumento general de \$10.000.000 al realizar la polinización dirigida (22).

En la cartilla de CORPOICA *“polinización dirigida con abejas Apis Mellifera: tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador”*. Se presentan reportes para cultivos de aguacate y mora con polinización dirigida. En aguacate también se observó el número de cuajes con las colmenas a varias distancias. Así bien, a los 38 días se incrementó el cuaje en un 29,4% con colmenas a menos de 100 m y un 15,8% cuando las colmenas se encuentran a más de 100 m. De manera general se encontró que, cuando un árbol se encuentra a menos de 100 m del apiario, con la cantidad de cuajes ubicada en el 53,2% de las inflorescencias, y con un número de cuajes por brote de 2,0 se obtendrán por lo menos 798 aguacates. En los árboles ubicados entre 100 a 200 metros con una presencia de cuajes el 55,0% de sus

brotos y con un número de cuajes por brote de 1,6 se obtendrán por lo menos unos 660 aguacates. Para los árboles ubicados a más de 200 metros con cuajes en el 51,3% de los grupos florales y cada uno con 1,5 cuajes se obtendrían 577 aguacates. En la empresa donde se realizó la polinización dirigida, se obtuvo un incremento en la cantidad de aguacates del 20,9% por árbol, utilizando 10 colmenas de *Apis mellifera* en cada 3,14 Ha, lo que equivale a 3,2 colmenas por hectárea (23).

En el caso del cultivo de mora la misma cartilla expone que las plantas que se encuentran a 100 m del apiario arrojaron un incremento en la cantidad de frutos del 110 % en comparación con las plantas que se encuentran a más de 100 m del apiario. En la calidad de los frutos, con una distancia de 100 m, se notó que hay mayor cantidad de extra (18,3 %) y primera (30%) y menor cantidad de segunda (44,7%), en plantas que se encuentran a más de 100 m se haya que para extra hay un 16%, de primera 31% y segunda un 52,2%. Estos resultados, se logran teniendo 5 colmenas por cada 3,14 Ha, es decir, 1,6 colmenas por Ha (23)

Por su parte, en el cultivo de café también se ha demostrado sus beneficios, en el municipio de Pasuncha Colombia, un estudio realizado por Gonzales (2018) titulado '*Polinización con abejas Apis mellifera como herramienta biotecnológica para mejoramiento en cultivos de café (Coffea arabica) variedad castillo*', aunque no se hace mención de la densidad, se abordó la cantidad y calidad del fruto en conjunto con la biotecnología y el manejo agroecológico de los cultivos. En el tema del cuaje del fruto, no se arrojaron diferencias entre la polinización con *Apis mellifera* y la autopolinización. Pero en el amarre del café hubo un incremento del 14% a favor de la polinización dirigida, en comparación con el manejo tradicional (24).

En el trabajo de especialización de Guerrero y Castro (2019), *“Polinización por abejas (Apis Mellifera) e incidencia en cultivo de Mango Tommy (Mangifera Indica)”*, se obtuvo un incremento de 800 kg en la cantidad de fruta lo que representa un 17,02% del promedio producido anual. Este estudio permitió evidenciar un incremento en los cuajes de la fruta cuando las colmenas se encuentran a menos de 100 m, corroborando lo direccionado por CORPOICA. Es así que el número de cuajes aumentó en un 5,0% en las panículas localizadas en los árboles a menos de 100 metros de distancia del apiario, al ser comparado con el promedio general a los 15 días y fue menor en un 7,1% a distancias mayores de 100 metros; a los 30 días se encontró un aumento en el número de cuajes del 6,2% en las panículas localizadas en los árboles a menos de 100 metros del apiario respecto al promedio general y disminuyendo a un 12,5% en aquellas panículas ubicadas a más de 100 m. No se reporta el número de colmenas utilizadas (25).

De manera general Murcia (2023), presenta algunos datos de Procultivos, en el artículo de la revista Agronegocios: *“Con la polinización dirigida la productividad de los frutales crece entre 25 % y 100%”* allí se explica que mediante el uso de la polinización dirigida se mejora la productividad del aguacate (79%), de cítricos (25%), fresa (80%), ahuyama (70%), café (22%), cacao (79%), mango (25%), melón (100%), mora (45%) y sandía (90%) (26).

Se observa claramente que hay una importancia desde el sector apícola en la producción de alimentos, incluso a hacerlo en determinadas épocas del año. De esta manera, se asocia la polinización dirigida al incremento de la floración, lo que posteriormente se verá reflejado en semillas y frutos. Se debe tener en cuenta que este

tipo de polinización también puede garantizar la reforestación, conocido como el establecimiento pasivo en ecosistemas estratégicos afectados por la función antrópica, al dirigir la polinización a estos ecosistemas se tiene a largo plazo un incremento de especies arbóreas, que se reflejará en una mayor cantidad de área foliar y servicios ecosistémicos (captación de carbono, retención de agua, incremento de biodiversidad, zonas de refugio, mayores ofertas alimenticias).

### **Polinización como establecimiento pasivo en ecosistemas estratégicos o de alta montaña**

En la polinización dirigida en ecosistemas de alta montaña y la producción de servicios ecosistémicos se debe partir por la identificación de los tipos de especies de plantas que van a ser polinizadas. Las especies vegetales de alta montaña tienen la capacidad de producir servicios ambientales y se encuentran en los bosques andinos; dentro de estas especies están las Briofitas, Pteridofitas, Hepáticas y plantas Angiospermas; estas últimas son las únicas de importancia para la polinización en ecosistemas estratégicos, ya que tienen la capacidad para producir flores y semillas, lo que será un indicador en el resultado de la polinización como establecimiento pasivo en alta montaña (26). Cabe hacer hincapié, que el establecimiento pasivo es un método para restablecer zonas arbóreas mediante la polinización.

Al igual que en la polinización dirigida en cultivos comerciales, las especies de alta montaña o de ecosistemas estratégicos que van a ser polinizadas, deben ser angiospermas. Entonces, surge la incógnita de porqué estas especies florales no son atendidas con el mismo esmero como se hace con la polinización dirigida en cultivos

comerciales. Es ahí cuando lo tangible se hace preponderante sobre lo intangible que, sin restar importancia al área foliar de los cultivos comerciales, se entiende que los servicios ecosistémicos de los bosques andinos “intangibles” pueden tener la misma importancia por el aporte a la captura de carbono.

La Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB) (2016), en el reporte “*biodiversidad, flora y fauna de los cerros orientales de Bogotá, guiones turísticos como: senderos quebrada la Vieja, río san francisco – Vicachá*”, menciona que el bosque andino adopta especies arbóreas de gran porte y con amplia diversidad biológica como por ejemplo: “*Mortiño, Arrayan, Romero, Encenillo, Tuno esmeraldo, Cucharo, Mano de Oso, Aliso, Acacia negra, Acacia japonesa, Abutilon, Alcaparro enano, Alcaparro doble, Amarguero amarillo, Amargoso, Angelito, entre otros*”. Además, las áreas donde se encuentran se caracterizan por presentar humedad ambiental, que se deriva del tipo de especies florales que allí se encuentran, por lo que es un ecosistema estratégico para la retención de agua. Así mismo, resaltan el área foliar de estas especies, ya que la presencia de estomas favorece la captación o secuestro de carbono (27).

Con respecto a lo expuesto por la EAB, se corrobora por parte de Restrepo (2016) en el artículo: “*Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica “Encenillo, Guasca- Cundinamarca*”, que en el bosque andino primario se hace notoria la prevalencia de las familias *Cunoniaceae* (27,4%), *Asteraceae* (16,6%), *Melastomataceae* (10,8%), *Myrsinaceae* (8,4%) y *Ericáceas* (7,7%), de igual manera se encuentran las especies más representativas como *Weinmannia tomentosa* cuyo nombre común es Encenillo (27,4%), *Myrsine coriácea* (7.7%) conocido como Cucharo, *Miconia ligustrina* (8.1%) o tuno esmeraldo y

*Diplostephium* sp., 2 (18%) también llamado Romero. En el bosque secundario las especies que priman son iguales a las del primario en los mismos porcentajes, además aparecen especies como *Ageratina asclepiadea* (8%) o tormentoso y *Drymis grandensis* (6.4%) llamada chilillo. Finalmente, para el bosque secundario joven se encontró que las especies más representativas son: *Smallanthus pyramidalis* (39%) árbol loco, *Alnus acuminata* (28,2%) aliso andino y *Digitalis purpurea* (8,5%) dedalera (28).

Bajo esta misma temática se tiene que Abud – H y Torres realizan una “*caracterización florística de un bosque alto andino en el parque Nacional natural Puracé, Cauca Colombia*”, donde se encuentra la predominancia del Canelo de paramo exactamente del género *Hedyosmum*, sp., Encenillos del género *Weinmannia mariguitae* y Mortiños del género *Miconia* sp., (Abud-H & Torres, 2016). En el Parque Nacional de los Nevados, considerado zona de amortiguación se encuentra una flora similar, con dominancia de *Hedyosmum*, sp., y *Weimannia* (29).

De esta manera se tiene que la oferta floral de los ecosistemas estratégicos es diversa, y posee todas las características adecuadas para prestar servicios ambientales, y aportar a la mitigación de efectos por el cambio climático. También, debe tenerse en cuenta el potencial de estas especies en la sinergia abejas - árboles, como fuente de alimento por medio de la polinización. La polinización dirigida en estas áreas de bosques alberga un potencial ambiental y de protección para los elementos de estos ecosistemas tan vulnerables.

### **Descripción de la polinización en ecosistemas estratégicos**

Como ya se mencionó, en Cundinamarca a través de la gobernación se implementó el programa “abejas con la conservación”, que es un programa de polinización en ecosistemas estratégicos, ubicado en la reserva forestal pantano redondo, predio Santa Barbara, del municipio de Zipaquirá Cundinamarca. Se refuerza la idea sobre la polinización de alta montaña más exactamente en ecosistemas estratégicos de paramo no se realiza con fines de obtención de productos tangibles, este tipo de programas se direccionan a la producción de servicios ambientales o ecosistémicos intangibles como lo es el secuestro de carbono, regulación del recurso hídrico, biodiversidad, paisajismo, entre otros.

El programa abejas con la conservación de Zipaquirá se encuentra ubicado a 3.400 m.s.n.m, el área a cubrir por perímetro de vuelo es de 4 km, los cuales fueron deforestados, pero aun así tienen especies florales endémicas y nativas de la zona, como las nombradas en el siguiente capítulo.

El área a designarse debe poseer esta oferta floral por la disponibilidad de alimento, se debe tener en cuenta las corrientes de viento ya que esto afecta directamente la homeostasis de temperatura dentro de la colmena, lo que a la vez puede hacer que las pecoreadoras no busquen alimento, sino que se queden a calentar la colmena y hay un desbalance nutricional. Para prever que estas corrientes no afecten el desarrollo de las colmenas se toma en cuenta colocarlas a barlovento y cubrir un perímetro con polisombra.

Este perímetro, esta designado por la distancia entre colmenas que es de 2 m entre una y otra, es decir, el apiario tiene un perímetro de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, la



disponibilidad de agua es constante por la capacidad de este ecosistema de regular el recurso hídrico. Las colmenas se ubican en el área deforestada es decir dentro del bosque, pero en la zona que fue afectada.

El programa inicia en el año 2019 con la entrega de 40 colmenas por parte de la Secretaria de Ambiente de la Gobernación de Cundinamarca a la Secretaria de Desarrollo Rural y Ambiente de Zipaquirá, llegan como núcleos para crecimiento, estos núcleos llegan con una cantidad aproximada de 10.000 abejas cada uno, los cuales se instalan en un área de aproximadamente 4 km que es el esperado de perímetro de vuelo por parte de las abejas instaladas. En 3 meses con alimentación artificial 1:1 y 5 ml de Promocalier por Litro de alimento, con un estimado de postura de 2.000 huevos diarios (aproximadamente), se aspira a llegar a las 60.000 abejas por colmena, cantidad con la cual es posible iniciar la polinización en ecosistemas estratégicos. Cabe recordar que esta polinización no es dirigida, sino mediante el establecimiento pasivo, que como ya se menciona es un método de restauración por medio de la polinización, y este mismo permite que al restaurar estas áreas se incrementa la producción de servicios ambientales.

Por tal motivo se escogieron tres polígonos de medición e incremento de la floración, se ha observado a partir del primer año de establecido el apiario (2019), un incremento en la oferta floral de aproximadamente un 20% en los primeros 500 m de perímetro al apiario. Esto se hace mediante la medición por observación de la cantidad de flor ajustada al calendario floral, en cada una de las floraciones consecuentes a la observación. Las principales especies que han incrementado la oferta floral son:

Encenillo (*Weinmannia tomentosa*), Duraznillo (*Abatia parviflora*), Tuno Esmeraldo (*Miconia squamulosa*), Raque (*Vallea stipularis*).

La distancia es la principal limitante para ir a visitar las colmenas de forma más frecuente, sin embargo, actualmente hay 9 profesionales apícolas quienes están encargados de la asistencia técnica del apiario y a cambio reciben las cosechas de miel y polen, aunque son bajas solventan los gastos. Estos productos de alta montaña tienen un valor agregado por las condiciones ambientales del lugar. La evolución del proceso se socializa semestralmente por parte de los beneficiarios del proyecto, como estrategia para incentivar estas prácticas.

### **Especies de alta montaña para ser polinizadas**

Las especies de alta montaña pueden otorgar una resiliencia a los ecosistemas andinos, estas especies tienen la capacidad de ser polinizadas por la presencia de plantas angiospermas. Sin embargo, las actividades antrópicas están causando estragos sobre estas especies y por ende la prestación de servicios ecosistémicos afectando directamente a los polinizadores.

Los estudios al respecto en Colombia son mínimos, por tal motivo, se sugiere se realicen estudios sobre la aptitud de especies polinizadoras en bosques tropicales andinos. Por ejemplo, en Chile, Molina y otros (2016), describen los *“Huertos melíferos con especies forestales nativas una alternativa para apoyar a la agricultura familiar campesina y mejorar el negocio apícola”*, donde se habla de la implementación de huertos con vocación mellífera a partir de especies forestales nativas. En el estudio, los autores, se benefician económicamente de la apicultura en el bosque alto andino, y el

servicio que presta la polinización en este ecosistema. Se implementan especies nativas que brinden una oferta floral de alta calidad para las abejas; las especies implementadas en el estudio también se encuentran en zonas del bosque andino colombiano, dentro de estas están: Canelo (*Drimys winteri*), Arrayan (*Luma apiculat*) y Laurel (*Laurelia sempervirens*), donde los productos apícolas de alta montaña poseen un valor agregado por provenir de áreas con especies vegetales predominantes conocidas como mono florales (30).

En la polinización es necesario mencionar el polen y el perímetro corbicular, Méndez, Sánchez, Flores y Luppo (2018), miden en Argentina, esta carga corbicular (cantidad de polen cargado por las abejas en el último tercio de las patas o corbículas). Esta medición puede dar un indicativo del número de visitas realizadas por las abejas del género *Apis mellifera* a ciertas especies florales que también son encontradas en Colombia. En el estudio se encierra un polígono de 100 especies arbóreas diferentes, se observa que el perímetro corbicular procede y se relaciona con 46 tipos de especies arbóreas polínicas, dentro de las cuales 14 están clasificadas a nivel de especie, 24 géneros, 8 familias y una indeterminada. Se concluye que la especie polinizadora *Apis mellifera*, presenta una alta capacidad de visita en especies florales de alta montaña (31).

Se puede establecer que el sostenimiento de un apiario depende de la oferta floral, la cual a la vez depende de las fluctuaciones climáticas, generando una sostenibilidad simbiótica. Chamorro (2016), en el estudio “ *La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con robles en la cordillera oriental de Colombia*” menciona de la producción de mieles, mielatos y polen a partir de especies de alta

montaña, dentro de las principales se encuentran: Mangle (*Escallonia paniculata*), Tobo (*Escallonia pendula*), Tuno (*Miconia squamulosa*), Agras (*Vaccinium meridionale*), Raque (*Vallea stipuralis*), Encenillo (*Weinmannia* spp.), especies bastante predominantes en ecosistemas andinos con altas capacidades de retención de agua y secuestro de carbono (32).

Cabe mencionar también el estudio realizado por Cárdenas y otros (2017) “*Conservación y la producción por parte de las comunidades locales en la cuenca media del Río Chicamocha (Santander, Colombia)*”; allí se muestra el gran potencial que tiene como oferta mono floral para miel y polen, la especie Tobo (*E. pendula*), sembrada en bosque secundario de manera masiva en programas de restauración asistida. En el estudio se menciona de la importancia de las especies florales alternas en los calendarios, ya que una misma especie solo oferta flores una vez al año, generándose una escasez de alimento para las Abejas en las épocas siguientes (33).

Uno de los programas insignia en el Departamento de Cundinamarca es el de Villamil (2022), denominado “*abejas con la conservación*”, donde se seleccionaron en el año 2021, los municipios de Zipaquirá, Villa pinzón y Gutiérrez. En Zipaquirá se instalaron 40 colmenas tipo Langstroth con la especie *Apis mellifera*, para la restauración o el establecimiento pasivo. Al cabo de un año se ha medido la oferta floral por medio de polígonos, se observa que las especies que más aporte han dado a esta oferta son: Tuno (*Miconia squamulosa*), Agras (*Vaccinium meridionale*), Raque (*Vallea stipuralis*), Encenillo (*Weinmannia* spp.), Canelo (*Drimys winteri*), Arrayan (*Luma apiculat*), Laurel (*Laurelia sempervirens*) y Duraznillo (*Avatia parviflora*), siendo esta última la de mayor presencia y con mayor área foliar para la captación de carbono (34).

## **La polinización frente al cambio climático**

Uno de los grandes antagonicos de los efectos benéficos de la polinización tanto en cultivos comerciales como en ecosistemas estratégicos, es el cambio climático. Este efecto adverso se ha generado por una función antrópica y afecta directamente la pirámide trófica y por ende a las plantas que se encuentran en la base de esta pirámide, dando como consecuencia la baja oferta floral para la polinización. Al no haber polinización en la base de esta pirámide ocurre una reacción en cadena afectando los forrajes y la mayoría de las plantas, hasta los subsecuentes participantes de forma ascendente. Así mismo, las sequias y las lluvias excesivas producto del cambio climático inhiben la capacidad de polinización por las abejas.

La resiliencia al cambio esta reclinada sobre los países llamados del tercer mundo. Estos países poseen grandes áreas de biodiversidad de fauna y flora. Allí se encuentran las extensiones más grandes del mundo en lo referente a ecosistemas estratégicos con vocación polinizable, desde el pulmón del mundo hasta las fuentes hídricas más grandes del mundo. Sin embargo, la batalla la está ganando el cambio climático, como ya se mencionó la función antrópica está acabando con las áreas nombradas anteriormente, y las mismas áreas dependen de la recuperación natural regida por el establecimiento pasivo a partir de la polinización.

La importancia de la polinización frente a los efectos del cambio climático se debe a que los gases de efecto invernadero son mermados por las estomas de las plantas, ya que catabolizan el proceso de secuestro de algunos gases como el dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) a través de la fotosíntesis. Se debe tener en cuenta que los mayores captadores

de carbono son los ecosistemas estratégicos a base de plantas y, que a la vez estos dependen de la polinización mediante la asociación abeja - árbol.

A partir de estas afirmaciones de los efectos que tiene el cambio climático sobre los diferentes componentes bióticos y abióticos que se presentan en la sostenibilidad ambiental, se debe hacer énfasis en las acciones que se están tomando desde la legislación para minimizar los impactos antes descritos.

Al socializar lo determinado por la FAO, la falta de servicios ecosistémicos y los riesgos de seguridad alimentaria que a la vez están ligados a la polinización, se debe abordar el cambio climático y los sistemas agroalimentarios como principio de sostenibilidad. Así bien, la resiliencia de los sistemas agroalimentarios como los cultivos comerciales, debe incrementarse para hacer frente a los efectos del cambio climático actuales y futuros, todo esto debe ir de la mano de políticas aplicadas y efectivas sobre la polinización y los factores bióticos que juegan un papel importante como lo son las abejas, se debe actuar con medidas para corregir y prevenir efectos adversos sobre el clima y, realizar simbiosis y protecciones sobre especies que aporten a mitigar el cambio climático (35).

Aunque todos los factores mencionados generan afecciones bajo una visión holística, se debe analizar el impacto que puede tener el cambio climático, sobre especies que pueden aportar a su disminución o al menos, especies que pueden crear relaciones sinérgicas para la disminución de este fenómeno, como las abejas y la relación de estas con las plantas. Es decir, hay que dar la importancia necesaria a la polinización dirigida en ecosistemas estratégicos.

Los efectos del cambio climático sobre la apicultura deben ser abordados desde los efectos que se causan en la flora Mellífera como fuente de alimento y la posterior restricción de este mismo, lo que se va a ver reflejado en una menor producción dentro de las colmenas (36).

La apicultura se presenta como una actividad de gran importancia en el sector productivo primario, y además se convierte en una fuente de ingresos para los países en desarrollo (37). Sin embargo, se tiene que los impactos del cambio climático se ven reflejados en los sistemas productivos y los manejos de estos sistemas no se encuentran tecnificados, aún en los países en vía de desarrollo; para el caso específico de la apicultura, se tiene que esta depende de los intervalos de condiciones climáticas estables para un óptimo desarrollo (38). Por tal motivo, los impactos en la apicultura se manifiestan como un fenómeno de relaciones bajo un contexto local; por ende, para la apicultura se espera un impacto potencial directo, donde se debe tener una relación y respuesta intra e inter específica de la oferta floral y las abejas (39)

Bajo este contexto, se tiene que actualmente la extinción de especies es casi 1000 veces más alta a causa del cambio climático. Se reporta que aproximadamente el 35% de los polinizadores invertebrados, de los cuales las abejas y mariposas se encuentran en mayor peligro, también se reporta que el 17% de los polinizadores vertebrados están muy cerca de extinguirse. Se tiene que las abejas son la especie más susceptible y propensa a desaparecer a causa de la utilización de plaguicidas, incremento en las temperaturas, largos periodos de lluvias o la falta de agua (40).

Bajo los escenarios de cambio climático, se prevé que durante los próximos 25 años las lluvias se van a incrementar en un 15% y 40%, lo que se verá manifestado en que las abejas no podrán salir a comer y menos a polinizar, de esta manera la productividad y la polinización va a disminuir y se va a hacer insostenible alimentar artificialmente; las temperaturas también se van a incrementar en el orden de  $0.5^{\circ}\text{C}$  a  $1^{\circ}\text{C}$ , lo que se verá manifestado en una desertificación y poca oferta floral para las abejas (41).

El incremento de las temperaturas puede afectar el comportamiento reproductivo de la reina, al parecer esta se vuelve estéril por encima de los  $40^{\circ}\text{C}$ , aunque las abejas tiendan a controlar la temperatura interna de la colmena. Se debe tener en cuenta, que la disminución en la población mundial de abejas ha obligado a que los apicultores deban dividir las colmenas y por tal motivo la producción de miel y polen disminuye (42).

Las lluvias impiden la revisión periódica de las colmenas, esta revisión bajo el concepto de apicultura vertical o móvil, es necesaria para mantener un control sanitario dentro de la misma colmena, la humedad y alimento viejo provocan la entrada de intrusos a la colmena; plagas como la polilla de la cera (*Galleria mellonella*), el pequeño escarabajo de las colmenas (*Aethina Tumida*) y la Varroa (*Varroa destructor*) estarán a la orden del día, generando afectaciones en la salud y desarrollo de las abejas (43).

Las condiciones fluctuantes del clima entre lluvia y calor provocan un incremento en la humedad relativa y será un factor adverso dentro de la colmena, el exceso de humedad provoca que se generen micotoxinas en los alveolos y material de madera de la



colmena, lo que también va a dar acceso a bacterias que provocan enfermedades como el *Nosema*, el *Loque americano* y el *Loque europeo* (44)

De igual manera se tiene que la fenología de las plantas se va a ver afectada, la gran cantidad de pérdidas de nutrientes por escorrentía, hacen que la oferta de alimento para los polinizadores se vea mermada, los fuertes fríos hacen que las glándulas nectarías de las plantas se condensen y la oferta de néctar sea menos para la producción de miel, de igual manera el estado de reproducción de las plantas se va a ver afectado disminuyendo la oferta de polen y alterando la homeostasis de la colmena (45).

Así mismo, se tiene que la producción de néctar de las flores está ligada al tipo de polinizador y síndrome floral, la producción de néctar varía en diferentes regiones geográficas, entre poblaciones, plantas de una misma población y entre flores de la misma planta (48). Además de variaciones por época del año, meses y horas del día, por la influencia de factores abióticos como la temperatura y humedad (46). Con esta base, se demuestra que el efecto de las variaciones abióticas causa efecto sobre la vegetación en componentes como los biogeográficos y los fisiológicos.

En este entorno, y según la ONU, Colombia es el tercer país más vulnerable frente al cambio climático (47), por ello se ha venido desarrollando por medio del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el sistema nacional del cambio climático SISCLIMA, coordinado por la comisión intersectorial de cambio climático CICC, encargado de la estructuración y gestión de mitigación y adaptación al cambio climático cuyas directrices se establecen en la ley 1931 del 27 de julio del 2018 (51), también normatividad como

“mecanismo para el fomento y el desarrollo de la apicultura colombiana como estrategia de protección y preservación de la biodiversidad, conservación agrícola y adaptación del cambio climático, en el territorio nacional”, plasmada en la ley 2193 del 2022, con el fin de fortalecer esta cadena productiva (48).

Como se observa el impacto del cambio climático en la polinización y más aún en la dirigida, es una reacción en cadena, a partir de los cambios en la fenología de las plantas, posteriormente hay una baja oferta de alimento y una desestabilización de los pilares de los sistemas productivos, que son genética, nutrición, manejo y sanidad. Una baja oferta de alimento va a hacer que las colmenas estén desnutridas y por ende sean sensibles a enfermedades y además la genética y el vigor híbrido no se va a manifestar.

De igual manera, se deduce que si no hay una oferta floral no va a haber producción de miel ni producción de polen, ni de los otros productos de la colmena, afectando directamente al apicultor en la economía del apiario, ya que sostener un apiario con alimentación artificial sin recibir ningún tipo de ingreso, no es rentable para el apicultor.

### **Análisis de resultados**

Para los análisis de resultados se toma en cuenta algunos de los estudios realizados en los cultivos comerciales que han sido intervenidos por polinización dirigida en Colombia.

**Tabla 1.** Resultados de algunas investigaciones de polinización dirigida en cultivos comerciales

<b>CULTIVO</b>	<b>COLMENAS Ha</b>	<b>DISTANCIA AL APIARIO m</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>AUTOR</b>
Fresa ( <i>Fragaria chiloensis</i> )	2	< 100	Incremento de la producción.	74,5 +/- 20,25 kg a 151,3 +/- 20,25 kg, aumentos del 30% al	Vásquez, R., Ballesteros, H., Ortegón, Y., &

				40%	Castro, U. (2006).
Naranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) Valencia y Ombligona	4	Dentro del cultivo	Peso	Ombligona:17,74% más de peso Valencia: 20.41% más de peso	León y Moreno (2006)
			Diámetro	Ombligona:6.00% más de diámetro Valencia: 7,97 % más de diámetro	
			Color	Ombligona: 26.70% más intenso Valencia: 33.94% más intenso.	
			Incremento de la producción	Ombligona: 13,64% de incremento Valencia: y 74,99% de incremento	
Aguacate	3,2	< 100	Inflorescencia	53,20%	CORPOICA (2011)
			Cuajes	2	
		100 a 200	Inflorescencia	55,00%	
			Cuajes	1,6	
> 200	Inflorescencia	51,30%			
	Cuajes	1,5			
Mora	1,6	< 100	Cantidad de frutos	110 % en comparación con las plantas que se encuentran a más de 100 m del apiario, cosecha	CORPOICA (2011)
Café ( <i>Coffea arabica</i> ) variedad castillo	NA	NA	Amarre del café	Incremento del 14% cosecha	Gonzales, C. (2018).
Mango Tommy ( <i>Mangifera Indica</i> )	NA	< 100	Incremento de la producción	17 %= 800 kg anual	Calvo Guerrero, F. O. & Castro Bohórquez, A. (2019).
			Cuajes	5%	
<b>Productividad gracias a la polinización:</b> aguacate (79%), cítricos (25%), fresa (80%), ahuyama (70%), café (22%), cacao (79%), mango (25%), melón (100%), mora (45%) y sandía (90%)					Murcia, J. (2023).

**Fuente:** elaboración propia

La distancia en que se encuentran los apiarios con relación a los cultivos es un factor decisivo en el incremento de las variables estudiadas, esto se debe a la distancia que tienen que recorrer las abejas pecoreadoras en busca del néctar, y paralelamente en la

polinización de las plantas objetivo. La tendencia indica que hay mayor cantidad de visitas a las flores, lo que permite una mayor efectividad en la labor polinizadora.

Las distancias de los apiarios menores a 100 m arrojan mejores resultados, que las distancias mayores a esta longitud. En frutales como la mora se observa un incremento en la calidad de los frutos al encontrarse por debajo de los 100 m, esta calidad se relaciona con mayor oferta de frutos de tipo extra y de primera, que va a reflejarse en una mayor ganancia para el productor. Esto puede deberse a la energía con que llegan las abejas a polinizar, ya que en el recorrido no han incurrido en un mayor gasto de energía.

Esto se observa también en los resultados del aguacate, donde hay una relación directamente proporcional entre la distancia del apiario y la inflorescencia, allí se tiene que esta variable es similar en las tres distancias contempladas (<100 m, 100-200 m, >200 m), hay un mayor número de cuaje de fruto en distancias <100 m, esto se refleja en una mayor cantidad de frutos con un incremento en 788 aguacates de la variedad papelillo, lo que implica alrededor de \$3.000 pesos actualmente, significando un ingreso adicional de \$1,164.000 por Ha cosechada con una densidad de 3,2 colmenas.

Entonces, esta distancia indica que las abejas pecoreadoras pueden hacer mas visitas a las flores y regresar a la colmena con el néctar, permitiendo regresar al cultivo de manera más pronta, obteniendo reservas energéticas que hacen más efectiva estas visitas.

La variable distancia, también está sujeta a la efectividad de las plantas para ser polinizadas, esto se refleja en la cantidad de colmenas utilizadas por Ha. Para frutos

como la fresa y la mora la tendencia es una densidad de 2 colmenas por Ha, mientras que para frutos como naranja y aguacate la cantidad de colmenas aumenta, esto se debe al tamaño de las flores que requieren una mayor efectividad en la polinización. Para el caso de la polinización dirigida, se supondría que se debe medir el tiempo de duración de las abejas en la planta, información aun no publicada.

Por otra parte, se tiene que, en la mayoría de estudios, se hace poca referencia a los grados Brix, variable que juega un papel importante en la calidad de los jugos de los frutos y la calidad del sabor de los frutos. Este factor debe estar relacionado con la capacidad de fertilidad del polen, la calidad de este antes de ser trasferido de la antera al pistilo, y el desarrollo del fruto.

Los resultados indican la importancia notoria de la polinización dirigida en los cultivos comerciales en lo referente a la calidad y cantidad de frutos. La ventaja que presenta la polinización dirigida en cultivos comerciales se ve reflejada inicialmente en el incremento de la producción, los valores agregados en la calidad de los frutos, y en general en un plus ambiental para las empresas productoras.

## **Conclusiones**

La polinización dirigida ha mostrado resultados positivos en los cultivos comerciales, lo que conlleva a tener en cuenta este proceso en el incremento productivo de los frutales o demás cultivos donde sea implementada. Este tipo de polinización, brinda una seguridad y soberanía alimentaria.

Establecer la polinización dirigida en cultivos comerciales junto con las Buenas Prácticas Agrícolas, realizando una simbiosis entre la abeja y el árbol, debe ser una

necesidad entre los agricultores y los apicultores para generar ganancias de ambas partes.

Programas comunitarios como “abejas con la conservación” han arrojado resultados aún no consolidados, sin embargo, lo expuesto por algunos participantes directos en este programa, sí especifican que hay una tendencia a incrementar el área foliar de las plantas, que son polinizadas en el ecosistema estratégico.

Se debe incentivar una conciencia ambiental, a partir del cuidado de corredores biológicos, ecosistemas estratégicos, la siembra de árboles nativos, menor contaminación y el uso racional de los plaguicidas, para otorgar una oportunidad de vida a los polinizadores, favoreciendo la polinización de cultivos comerciales o ecosistemas estratégicos.

## **Recomendaciones**

Es importante iniciar procesos de polinización dirigida en cultivos comerciales, basados en estos resultados, generar alianzas entre apicultores y asociaciones productoras de estos cultivos. Implementando estrategias agrícolas amigables con los polinizadores y a cambio hay una retribución económica para el sector agrícola.

Se debe tener en cuenta factores que pueden incrementar o disminuir la densidad de colmenas destinadas a la polinización dirigida, se debe analizar los requerimientos de polinización del cultivo, la duración sobre la floración, el tamaño del cultivo, la densidad de flores, la receptividad y lo atractivas de las flores para las abejas.

Es muy importante tener colonias superpobladas con la capacidad suficiente para recolectar polen y tener un amplio perímetro corbicular, y además deben tener al menos 5 cuadros de cría con una alta empatía entre las nodrizas hacia la cría mostrando esta última de manera húmeda.

Los factores medio ambientales, deben ser minimizados de manera natural como barreras vivas o con métodos artificiales como polisombra

Es vital el manejo de las colmenas, que estén en buenas condiciones sanitarias, que la genética el vigor híbrido se manifiesten y que la cantidad de abejas pecoreadoras sea la suficiente para cubrir el área acorde a las recomendaciones. CORPOICA recomienda algunas densidades óptimas como son: 2 colmenas por Ha para cultivos como aguacate, café, fresa, frijol, granadilla, guayaba, limón, mango, mora, naranja entre otros.

Hay que observar indicadores en el proceso de polinización dirigida ya que varían de acuerdo al tipo de fruto. En el caso de la fresa y la mora se analiza el calibre de las frutas desde la parte más cercana al cáliz y se expresa en centímetros. En aguacate y mango se analiza el cuaje; en naranja los jugos, el tamaño, diámetro, peso entre otros. Lo mismo ocurre con la mayoría de las demás frutas, considerando que la semilla influye también en el desarrollo del fruto. Aunque para medir esta calidad los frutos deben estar en óptimas condiciones, no haber sido atacados por insectos ni tener partículas de tierra o notarse exceso de humedad.

Se deben generar estrategias de conservación de los polinizadores, las Instituciones están en la obligación de enfocarse en la sostenibilidad y la polinización de ecosistemas

estratégicos, lo que permite incrementar el grado de resiliencia del medio ambiente, y garantizar una mayor oferta de servicios ecosistémicos a través del establecimiento pasivo.

Se recomienda crear sinergias entre apicultores y agricultores de manera que la ganancia económica, ambiental y social sea mutua, de esta manera la oferta floral va a estar a disposición de las abejas y favorecerá la seguridad alimentaria.

Es necesario medir con un mayor alcance los efectos de la polinización en los ecosistemas estratégicos andinos como un indicador del bienestar de una zona particular.

Bajo este artículo de revisión se recomienda trabajar una apicultura sostenible con polinizadores endémicos para evitar el traslado de los mismos, reconociendo las bondades que brindan a los ecosistemas estratégicos de alta montaña.

## **Bibliografía**

1. Instituto Nacional de la Economía Social. (2018). *Historia e importancia de la Apicultura*. Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-e-importancia-de-la-apicultura>
2. Alonso, P. (2020). Análisis de la actividad apícola desde los sistemas socioecológicos complejos. *Revista Pensamiento y Acción Interdisciplinaria.*, 6 (1), , 71-89.
3. Forgest, S. (2019). *Las abejas son los animales más importantes del mundo: estudio*. Obtenido de Mexico Forbest: <https://www.forbes.com.mx/las-abejas-son-los-animales-mas-importantes-del-mundo-estudio/>



4. Ramirez, A. (2021). ¿Cuál es la importancia de las abejas y por qué se celebra el día mundial de estos insectos? (Semana, Entrevistador)
5. Soto, L. (2022). *Ley 2193 de 2022 “Por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones”*. Obtenido de Blog Departamento de derecho del medio ambiente: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/ley-2193-de-2022-por-medio-de-la-cual-se-crean-mecanismos-para-el-fomento-y-desarrollo-de-la-apicultura-en-colombia-y-se-dictan-otras-disposiciones/#:~:text=El%20pasado%20de%20enero,asociaci%C3%B3n%20gremial%20d>
6. Otalora, J. (2023). Polinización dirigida en cultivos comerciales. (C. Almeciga, Entrevistador).
7. Barrios, Y., & Ramirez, N. (2020). Biología floral y solapamiento fenológico de las angiospermas de un bosque inundable, cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Acta Botanica Mexicana*.
8. Vargas, G. (2023). Sistema de polinización dirigida basado en la melitofilia. (C. Almeciga, Entrevistador)
9. Serrano, G. (2022). Programa abejas con la conservación. (C. Almeciga, Entrevistador).
10. Pico, A. (2011). Impacto del cambio climático en la apicultura. Apicultura sin fronteras. *Periodico de distribucion mundial*.
11. Castellanos, B., Gallardo, F., Sanchez, A., Landeros, C., Díaz, G., Sierra, P., & Santivañes, J. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1-19.
12. Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.

13. Rizo, J. (2015). *Técnicas de investigación documental*. Managua: Universidad Autónoma de Nicaragua.
14. CPAA. (2019). *La apicultura crece en Colombia*. Obtenido de Revista semana: <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/en-colombia-no-desaparecen-las-abejas-crece-su-produccion/44098/>
15. Diaz, F. (2022). La apicultura crece en Colombia. (C. Almeciga, Entrevistador)
16. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Cadena de las Abejas y la Apicultura*. Obtenido de MINAGRICULTURA: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
17. Serrano, F. (2022). Polinización dirigida en cultivos comerciales. (A. Almeciga, Entrevistador)
18. Canete, E. (2018). *Trashumancia apícola*. Obtenido de Agronews Castilla y Leon: <https://www.agronewscastillayleon.com/trashumancia-apicola>
19. ICA. (2020). *Resolucion (sin num)*. Obtenido de “Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener el Registro Pecuario de Establecimientos Productores de Especies no Tradicionales y el Registro de Productores de Abejas”:  
[https://www.redjurista.com/appfolders/images/news/PR\\_ICA\\_0038AJ\\_2018.pdf](https://www.redjurista.com/appfolders/images/news/PR_ICA_0038AJ_2018.pdf)
20. Manrique, A. (2017). *Manejo y optimizacion de la produccion apicola en Venezuela*. Obtenido de Apiservices: <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1217-optimizacion-de-produccion-apicola-venezuela>

21. Vázquez, R., Ballesteros, H., Ortegón, Y., & Castro, U. (2006). Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
22. León Ruiz, Y., & Moreno Sepúlveda, J. C. (2006). Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) valencia y Ombligona con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/110>
23. CORPOICA (2011). Polinización dirigida con abejas *Apis Mellifera*; tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador.
24. Gonzales, C. (2018). Polinización con abejas *Apis mellifera* como herramienta biotecnológica para mejoramiento en cultivos de café *coffea arabica* variedad castillo. *Universidad abierta y a distancia UNAD*.
25. Calvo Guerrero, F. O. & Castro Bohórquez, A. (2019). *Polinización por abejas (Apis Mellifera) e incidencia en cultivo de Mango Tommy (Mangifera Indica)*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/16215>.
26. Murcia, J. (2023). Con la polinización dirigida la productividad de los frutales crece entre 25 % y 100%. Agronegocios. Recuperado de: <https://www.agronegocios.co/agricultura/con-la-polinizacion-dirigida-la-productividad-de-los-frutales-crece-entre-25-y-100-3544901>
27. Debazan, J. (2017). *Briofitas y Pteridofitas*. Obtenido de Debazan.es: <http://debazan.es/clasificacion-de-las-plantas/>

28. EAB. (2016). *anexo biodiversidad, flora y fauna de los cerros orientales de Bogotá, guiones turísticos senderos quebrada la Vieja río san francisco – Vicachá*. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/all/themes/turismov2/BibliotecaDocumentos/Productos/Naturaleza/Fauna%20y%20Flora%20Cerros%20Orientales.pdf>
29. Restrepo, J. (2016). *Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica “Encenillo”, Guasca-Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana.
30. Alvear, M., Betancur, P., & Franco, R. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central colombiana. *Caldasia* 32(1): 39-63., 12.
31. Molina, M., Soto, H., Gutierrez, B., Gonzalez, J., Koch, L., Ipinza, L., . . . Chung, P. (2016). *Huertos mellíferos con especies forestales nativas una alternativa para apoyar a la agricultura familiar campesina y mejorar el negocio apícola*. Santiago de Chile.
32. Méndez, M., Sánchez, A., Flores, F., & Lupo, L. (2018). Recurso polinífero utilizado por *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina. *Revista de biología tropical*, 33.
33. Chamorro, F. (2016). La apicultura como alternativa de uso no maderable de los bosques andinos con roble en la cordillera oriental de Colombia. *Research Gate*, 16.

34. Cárdenas , F., Devia , C., Cordero , H., Farah , M., Rojas , A., & Herrera, J. (2017). *La Conservación y la producción por parte de las comunidades locales en la cuenca media del Río Chicamocha (Boyacá, Colombia)*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IDEADE; p. 36-42.
35. Villamil, J. (2022). Progama abejas con la conservacion. (C. Almeciga, Entrevistador)
36. CEPAL. (2016). *La economía del cambio climático en America Latina y el caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
37. ONU. (2020). *Los países ricos, con sus emisiones de dióxido de carbono, ponen en peligro el futuro de todos los niños del mundo*. Obtenido de Noticias ONU. Mirada global Historias humanas: <https://news.un.org/es/story/2020/02/1469721#:~:text=%E2%80%9CLos%20pobres%20del%20mundo%20en,planeta%20no%20puede%20permitirse%20esto%E2%80%9D>.
38. ONU. (2020). *El cambio climático es más mortal que el coronavirus*. Obtenido de Noticias ONU. Mirada global Historias humanas: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1470901>
39. OPS. (2021). *El cambio climático influye en los determinantes sociales y ambientales de la salud, a saber, un aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura*. Obtenido de OPS:

<https://www.paho.org/es/noticias/20-9-2021-revistas-cientificas-alertan-sobre-efectos-crisis-climatica-salud-humana>

40. Favier, M., Chi, M., Dehesa, L., & Veranes, M. (2019). Effects of climate change on health. *Revista de Informacion Cientifica*.
41. FAO. (2022). Estrategia de la FAO sobre el cambio climático (2022-2031). *Rev/1*.
42. Casanova, L., Flores, B., García, F., Cruz, P., & Rosales, V. (2022). Sistema agroalimentario localizado: revalorización ante un contexto de pobreza y cambio climático en la Huasteca Hidalguense. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol 13. No 3*.
43. Gallardo, F., Castellanos, B., Padilla, G., Perez, A., Landeros, C., & Sol, A. (2021). Disonancia cognitiva ante el cambio climático en apicultores: un caso de estudio en México. *Revista pecuaria de ciencias pecuarias*.
44. FAO. (2019). *Cultivos y productos de ganadería*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
45. Verde, M. (2014). Apicultura y seguridad alimentaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 48, núm. 1, 25-31*.
46. Yayeh, D., & Walter, L. (2017). Farmers' perceptions of climate variability and its adverse impacts on crop and livestock production in Ethiopia. *Journal of Arid Environments*.

47. Gracia, J. (2022). *Las abejas no podrían vivir en los campos actuales*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/america-futura/2022-07-28/las-abejas-no-podrian-vivir-en-los-campos-actuales.html>
48. AICCA. (2022). *Los nuevos medios de vida para la adaptación siguen afianzándose en la cuenca del Lago de Tota*. Obtenido de CONDENSAN: <https://condesan.org/2022/06/20/los-nuevos-medios-de-vida-para-la-adaptacion-siguen-afianzandose-en-la-cuenca-del-lago-de-tota/>
49. Cabello, C. (2022). *La apicultura se ha adaptado al cambio climático con el uso de colmenas inteligentes*. Obtenido de RTVE: <https://www.rtve.es/noticias/20220520/apicultura-adaptado-cambio-climatico-uso-colmenas-inteligentes/2350561.shtml>
50. Hernández, L., & Williams, T. (2020). *La importancia de plagas de colmenas*. Obtenido de INECOL: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1324-la-importancia-de-las-plagas-de-colmenas>
51. Otalora, J. (2022). Humedad Relativa en las colmenas. (C. Almeciga, Entrevistador)
52. Alvarado, M., Foroughbakhch, R., Jurado, E., & Rocha, A. (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*.

53. Devoto, M., Montaldo, N., & Medan, D. (2006). Mixed hummingbird: Long-proboscid-fly pollination in ornithophilous *Embothrium coccineum* (proteaceae) along a rainfall gradient in Patagonia, Argentina. *Austral Ecology*, 512-519.
54. Pajaro, V., Oliva, G., Cocucci, A., & Sercic, A. (2012). Caracterización y variación espacio-temporal del néctar en *Anarthrophyllum desideratum* (Fabaceae): Influencia del clima y los polinizadores. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 375-387.
55. WWF. (2018). *Cambio climático y energía*. Obtenido de [https://www.wwf.org.co/que\\_hacemos/cambio\\_climatico\\_y\\_energia/](https://www.wwf.org.co/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/)
56. MINAMBIENTE. Cambio Climático y Gestión del Riesgo: obtenido de: <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/politica-y-normativa/>
57. FAO. (2022). Ley N° 2193 – Se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia. Obtenido de: <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC211053/>
58. León Ruiz, Y., & Moreno Sepúlveda, J. C. (2006). Evaluación del efecto de la polinización dirigida a cultivos de naranja (*Citrus sinensis*) Valencia y Ombligona con el uso de la abeja *Apis mellifera* en el municipio de Sasaima, Cundinamarca. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/110>