UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Evaluación y desarrollo de estrategias de mejoramiento de la calidad de mieles de abeja de unidades productivas del departamento de Casanare

Andrés Niño Aparicio

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Bogotá, Colombia
2023

Evaluación y desarrollo de estrategias de mejoramiento de la calidad de mieles de abeja de unidades productivas del departamento de Casanare

Andrés Niño Aparicio

Trabajo final presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Director (a):

PhD. Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla

Codirector (a):

PhD. Carlos Mario Zuluaga Domínguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias, Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Bogotá, Colombia

2023

A mis padres, quienes incondicionalmente me acompañan en cada proceso y etapa de mi vida

A mi prometida, por su apoyo y comprensión

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Andrés Niño Aparicio

Fecha 31/01/2024

Agradecimiento

Agradecimiento especial al Dr. Carlos Alberto Fuenmayor Bobadilla por ser el director de mi trabajo final de grado, quien fue un guía y apoyo fundamental a lo largo de mis estudios en el posgrado, además de contribuir en a fortalecer mis conocimientos académicos.
Agradezco al Dr. Carlos Mario Zuluaga Domínguez por ser codirector de este trabajo final de grado, además por su comprensión y amabilidad al orientarme en las situaciones particulares de mis estudios.

Gracias a los formuladores y colaboradores del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*", liderado la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, que me dieron la oportunidad de tener un aprendizaje siendo parte del proyecto. Igualmente agradezco a los apicultores de los municipios de Chámeza, Sácama, La Salina y Yopal por su colaboración y amabilidad en el proyecto, gracias por aportar a mi crecimiento profesional y académico.

Agradecimiento a los profesionales de los laboratorios del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia donde se desarrolló parte de este trabajo, de manera especial a Caroll Cortés por su ayuda, por compartir su experiencia y conocimiento.

Resumen

Evaluación y desarrollo de estrategias de mejoramiento de la calidad de mieles de abeja de unidades productivas del departamento de Casanare

En el Departamento de Casanare la producción de miel de abejas ha sido reconocida como una alternativa productiva potencialmente sostenible para la región. Recientemente, se han establecido proyectos financiados por el Sistema General de Regalías encaminados a fomentar el desarrollo de este sector productivo. Tal es el caso del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*, liderado por la Universidad Nacional de Colombia, el cual se centra específicamente en los municipios de la subregión del Piedemonte: Sácama, La Salina, Chámeza y Yopal. Para el desarrollo de este proyecto se hace necesario establecer una línea base del estado actual de las prácticas apícolas y de la calidad de las mieles de abeja obtenidas.

En este trabajo final se tuvieron en cuenta los resultados de un estudio previo, realizado en el marco del proyecto, sobre la organización y asociatividad de los apicultores de la región y se recopiló nueva información sobre las prácticas productivas mediante algunas visitas *in situ* y la aplicación de una encuesta en la que participaron 34 apicultores. Adicionalmente, se llevó a cabo un muestreo de un total de 37 mieles, las cuales fueron analizadas a través de ensayos fisicoquímicos y microbiológicos.

En cuanto al grado de asociatividad de la cadena, existen distintos grados de consolidación organizacional en estos municipios. Para el año 2023, en Yopal y Chámeza existen asociaciones de apicultores que están "en desarrollo" (correspondiente a un estadio intermedio de consolidación organizacional), mientras que en La Salina existe una asociación en estado "precario" en y Sácama no se encuentran aún asociaciones

conformadas. Respecto a las prácticas apícolas para la producción de miel, las encuestas y evaluaciones realizadas en el presente trabajo final indicaron que los apicultores de la región en su mayoría están en un nivel intermedio de implementación de buenas prácticas en el proceso productivo. En general se nota dificultad para usar los equipos y materiales más adecuados y en algunos casos los apicultores recurren al uso de alternativas inapropiadas que aumentan el riesgo de contaminación en la miel. Las prácticas de limpieza y desinfección a lo largo del proceso se llevan a cabo parcialmente. Se encontró que existe la oportunidad de mejorar en ciertas prácticas de baja complejidad de implementación, por lo que es necesario fortalecer el conocimiento de parte de los apicultores sobre los beneficios de su uso.

Los análisis fisicoquímicos de las 37 muestras (Chámeza: 10; Yopal: 10; La Salina: 7; Sácama: 10) indicaron que, en general, las mieles cumplen con los requisitos de la (Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007), con algunas excepciones. En cuanto a la humedad, esta varió entre 16,0 y 20,2 %m/m, con dos muestras (5%) que excedieron el límite de 20,0 %m/m. El 97% de las muestras cumplió con el estándar de sólidos insolubles (<0,1 %m/m), el cual varió entre 0,000 y 0,167 %m/m. La acidez libre varió entre 23,40 y 55,81 m_{eq}/kg y el 86% de las muestras cumplió con el requisito normativo (50 m_{eq}/kg). El 100% de las muestras cumplieron con el valor de la actividad de diastasa (>3 DN), la cual varió entre 13,7 y 90,3 DN, con el valor de contenido de HMF (<60 mg/kg), que estuvo entre no detectable y 48,9 mg/kg. La sacarosa aparente varió entre 0,00 y 4,2 %m/m y el 100% de las muestras cumplió con el requisito de la norma (<5 %m/m), al igual que con el contenido de azúcares reductores (>60 %m/m), el cual varió entre 66 y 74,7%m/m. El 92% de las muestras cumplió el requisito estándar de cenizas (<0,6 %m/m en base húmeda), que tuvo una variación entre 0,05 y 1,51 %m/m. Con respecto a los análisis microbiológicos, se encontró que el 100 % de las mieles estudiadas cumplieron con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007) para recuento de *E. coli* (<10 UFC/g), *Salmonella* (ausencia en 25 g), recuento de mesófilos aerobios (36 muestras <100 UFC/g y 1 muestra entre 100 y 300 UFC/g), mientras que el 80% cumplió con el requerimiento en recuento de mohos y levaduras y solamente una muestra presentó un NMP de coliformes superior al permitido (<10). En todos los casos el valor de recuento de *Clostridium* sulfito reductor fue <10 UFC/g. Al final de esta sección

se encontró que el porcentaje de muestras de miel del piedemonte que no cumplen con algún requisito ya sea fisicoquímico o microbiológico fue de un 41% del total, lo que subraya la importancia de implementar estrategias enfocadas a la apropiación social del conocimiento en materia de Buenas Prácticas Apícolas (BPAP), inocuidad de alimentos y calidad fisicoquímica de la miel.

Finalmente, teniendo en cuenta los resultados anteriores, fue posible establecer algunas recomendaciones puntuales a través de estrategias encaminadas al mejoramiento de la actividad apícola y la producción de miel en el Departamento del Casanare. De estas estrategias se logró llevar a cabo y participar en capacitaciones en el territorio sobre higiene y buenas prácticas en la producción de miel, composición y calidad fisicoquímica de la miel.

Este trabajo contribuye al fomento de la implementación de buenas prácticas apícolas, la producción de miel segura para consumo y la sostenibilidad de la actividad apícola. Se espera que, gracias a las recomendaciones, se pueda impulsar el desarrollo comercial de sus productos en nuevos mercados.

Palabras clave: (Apicultura, Miel, BPAP, fisicoquímico, piedemonte, Casanare)

Abstract

Evaluation and development of strategies to improve the quality of bee honey from productive units in the department of Casanare

In the Department of Casanare, honey production has been recognized as a potentially sustainable productive alternative for the region. Recently, projects financed by the General Royalties System have been established aimed at promoting the development of this productive sector. Such is the case of the project “Strengthening the productive chain of bees and beekeeping through the social appropriation of knowledge in the department of Casanare, led by the National University of Colombia, which focuses specifically on the municipalities of the subregion. of the Piedemonte: Sácama, La Salina, Chámeza and Yopal. For the development of this project, it is necessary to establish a baseline of the current state of beekeeping practices and the quality of the bee honey obtained.

In this final work, the results of a previous study, carried out within the framework of the project, on the organization and association of beekeepers in the region were taken into account and new information on productive practices was collected through some on-site visits and the application from a survey in which 34 beekeepers participated. Additionally, a total of 37 honeys were sampled, which were analyzed through physicochemical and microbiological tests.

Regarding the degree of associativity of the chain, there are different degrees of organizational consolidation in these municipalities. By 2023, in Yopal and Chámeza there are beekeeper associations that are “in development” (corresponding to an intermediate stage of organizational consolidation), while in La Salina there is an association in a “precarious” state in and Sácama that are not yet found. formed associations. Regarding beekeeping practices for honey production, the surveys and evaluations carried out in this final work indicated that the beekeepers in the region are mostly at an intermediate level of implementation of good practices in the production process. In general, there is difficulty in using the most appropriate equipment and materials and in some cases beekeepers resort

to using inappropriate alternatives that increase the risk of contamination in the honey. Cleaning and disinfection practices throughout the process are partially carried out. It was found that there is an opportunity to improve certain practices of low implementation complexity, so it is necessary to strengthen the knowledge of beekeepers about the benefits of their use.

The physicochemical analyzes of the 37 samples (Chámeza: 10; Yopal: 10; La Salina: 7; Sácama: 10) indicated that, in general, the honeys meet the requirements of the (Colombian Technical Standard NTC 1273 (2007), with some exceptions. Regarding humidity, this varied between 16.0 and 20.2%m/m, with two samples (5%) that exceeded the limit of 20.0%m/m. In 97% of the samples met the insoluble solids standard (<0.1% m/m), which varied between 0.000 and 0.167% m/m. The free acidity varied between 23.40 and 55.81 meq/kg and 86% of the samples met the regulatory requirement (50 meq/kg). In 100% of the samples, the diastase activity value (>3 DN) was met, which varied between 13.7 and 90.3 DN and the HMF content value (<60 mg/kg), which was between non-detectable and 48.9 mg/kg. Apparent sucrose varied between 0.00 and 4.2% m/m and 100% of the samples complied with the requirement of the standard (<5%m/m), as well as with the reducing sugar content (>60%m/m), which varied between 66 and 74.7%m/m. In 92% of the samples, the standard ash requirement was met (<0.6%m/m on a wet basis), which had a variation between 0.05 and 1.51%m/m. With respect to microbiological analyses, it was found that 100% of the studied honey met the requirements established by the Colombian Technical Standard NTC 1273 (2007) for counting E. coli (<10 CFU/g), Salmonella (absence in 25 g), count of aerobic mesophiles (36 samples <100 CFU/g and 1 sample between 100 and 300 CFU/g), while 80% met the requirement in count of molds and yeasts and only one sample presented an MPN of coliforms higher than permitted (<10). In all cases the count value of reducing Clostridium sulfite was <10 CFU/g. At the end of this section it was found that the percentage of honey samples from the foothills that do not meet any requirement, whether physicochemical or microbiological, was 41% of the total.

Finally, taking into account the previous results, it was possible to establish some specific recommendations through strategies aimed at improving beekeeping activity and honey production in the Department of Casanare, as well as the parties interested in its development.

This work contributes to the promotion of the implementation of good beekeeping practices, the production of safe honey for consumption and the sustainability of beekeeping activity. It is expected that, thanks to the recommendations, the commercial development of its products in new markets can be promoted.

Keywords: (Beekeeping, Honey, BPAP, physicochemical, foothills, Casanare)

Contenido

Pág.

Resumen ..... **IX**

Lista de figuras ..... **XVII**

Lista de tablas ..... **XVIII**

Lista de Símbolos y abreviaturas ..... **XIX**

Introducción **1**

Objetivos **5**

1. Marco conceptual y antecedentes **7**
1.1 Apicultura 7
1.2 Antecedentes de la apicultura en Colombia 8
1.3 Miel de abeja y sus cifras 10
1.3.1 Composición de la miel de abejas 11
1.3.2 Cifras sobre la producción de miel de abejas 14
1.4 Proceso productivo de obtención de miel 16
1.5 Calidad en la miel 18
1.6 Parámetros fisicoquímicos en la miel 20
1.6.1 Contenido de humedad 22
1.6.2 Contenido de azúcares reductores 23
1.6.3 Contenido aparente de sacarosa 24
1.6.4 Cenizas 24
1.6.5 Sólidos insolubles 25
1.6.6 Acidez libre 25
1.6.7 Actividad diastasa 25
1.6.8 Contenido de HMF 26
1.7 Parámetros microbiológicos 27
1.8 Buenas prácticas apícolas (BPAP) 30
1.9 Contexto departamental y regional del Piedemonte de Casanare 32
1.9.1 Chámeza 37
1.9.2 Yopal 37
1.9.3 La Salina 38
1.9.4 Sácama 39

2. Evaluación diagnóstica de las prácticas de apicultura en la obtención de miel en el piedemonte de Casanare **41**
2.1 Materiales y métodos 42

2.1.1 Diseño de la encuesta 42
2.1.2 Visitas *in situ* 43
2.1.3 Aplicación de las encuestas 44
2.2 Resultados 45
2.2.1 Características generales de vegetación y cultivos conexos en núcleos productivos apícolas del piedemonte de Casanare 45
2.2.2 Algunos aspectos de la organización de la apicultura como práctica productiva en el piedemonte de Casanare 48
2.2.3 Características de los apiarios 49
2.2.4 Características de las prácticas en el manejo de colmenas 53
2.2.5 Características de la cosecha de miel de abeja 60
2.3 Conclusiones 70

3. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la miel de abejas del piedemonte de Casanare 75
3.1 Metodología para la medición de parámetros fisicoquímicos de calidad 76
3.2 Metodología para la medición de parámetros microbiológicos de calidad 79
3.3 Resultados y Discusión 81
3.4 Conclusiones 92

4. Propuestas de estrategias de mejora de la calidad y valorización de las mieles de abeja de la región 95
4.1 Conclusiones 102

5. Conclusiones y recomendaciones finales 104

6. Bibliografía 106

Anexo A. Encuesta productores apícolas 111

Lista de figuras

Figura 1-1 *Distribución de la producción mundial de miel en el año 2021* 14
Figura 1-2 *Producción de miel en Colombia por departamentos 2010-2021* 15
Figura 1-3 *Diagrama de flujo del proceso de obtención de miel de abeja* 16
Figura 1-4 Ubicación *región Orinoquia* y departamentos *que la conforman.* 33
Figura 1-5 *División administrativa de los 19 municipios del departamento del Casanare.* 34
Figura 1-6 *Conformación de la orografía del departamento del Casanare.* 35
Figura 2-1 *Principales especies vegetales alrededor de los apiarios en el piedemonte* . 46
Figura 2-2 Cultivos permanentes en Casanare 47
Figura 2-3 Cultivos transitorios en el Casanare 47
Figura 2-4 *Frecuencia de diferentes fuentes de agua alrededor de los apiarios del piedemonte de Casanare* 50
Figura 2-5 *Porcentaje del uso de algún medio de transporte desde las colmenas al lugar de extracción y almacenamiento* 52
Figura 2-6 *Porcentaje de apicultores con apiarios correctamente separados de otros (>3 km).* 53
Figura 2-7 *Porcentaje de apicultores que mantienen separación adecuada entre colmenas (>1,5 m).* 54
Figura 2-8 *Frecuencia del uso de distintos tipos de bases para colmenas* 56
Figura 2-9 *Porcentaje de percepción del estado de las colmenas en el piedemonte* 57
Figura 2-10 *Estado de los materiales para el manejo de colmena de los apicultores del piedemonte* 59
Figura 2-11 *Material empleado para filtrar la miel* 62
Figura 2-12 *Tipo de recipiente usado para el transporte de los cuadros.* 64
Figura 2-13 *Tipo de lugar designado para la extracción de la miel.* 66
Figura 2-14 *Estado del envase empleado para almacenamiento de la miel.* 68

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1-1 *Composición química típica de mieles de abeja (Apis mellifera)*..... 13
Tabla 1-2 *Parámetros fisicoquímicos indicadores de calidad en la miel* 21
Tabla 1-3 *Requisitos fisicoquímicos en la miel de abejas en distintas normas* 21
Tabla 1-4 *Requisitos microbiológicos para miel de abejas establecidos por la norma* 29
Tabla 1-5 *Recomendaciones esperadas a implementar de buenas prácticas apícolas*... 30
Tabla 2-1 *Distribución de encuestas resueltas en el piedemonte* 45
Tabla 3-1 Lugares de procedencia muestras de miel de abejas *Apis mellifera* 76
Tabla 3-2 Resultados de los análisis fisicoquímicos de las mieles del piedemonte..... 82
Tabla 3-3 Resultados análisis microbiológicos de las mieles de Chámeza y Sácama..... 89
Tabla 3-4 Resultados análisis microbiológicos de las mieles de La Salina y Yopal..... 90
Tabla 4-1 Estrategias para mejora de la calidad de miel en el piedemonte de Casanare 97

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término
cm	Centímetros
g	Gramos
ha	Hectáreas
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
m	Metros
meq	Miliequivalentes
mg	Miligramos
mS	Mili Siemens
ºC	Celsius
pH	Potencial de hidrogeno
ppm	partes por millón
t	Toneladas

Abreviaturas

Abreviatura	Termino
APHA	American Public Health Association
ACAPIMOR	Asociación de Campesinos Apicultores del Morro
AOAC	Official methods of Analysis of AOAC international
ASOAPICOR	Asociación de Apicultores de la Cordillera Oriental
ASOCMA	Asociación Campesina de Producción Sostenible y Cuidado del Medio Ambiente
Aw	Actividad de agua
BPAP	Buenas Prácticas Apícolas
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CPAA	Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EMB	Eosin Methylene Blue Agar
ETAS	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
FAO	Food and Agriculture Organization
HACCP	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
HMF	Hidroximetilfurfural
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IHC	International Honey Commission
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia
m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
MADR	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural
ND	Número de Diastasa
NTC	Normas Técnicas Colombianas
OGY	Oxytetracycline Glucose Yeast
OMS	Organización Mundial de la Salud
PDEA	Plan Departamental de Extensión Agropecuaria
SPC	Standar Plate Count

UE	Unión Europea
UFC	Unidades formadoras de colonia
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
USDA	United States Departament of Agiculture
XLD	Agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato

Introducción

El Piedemonte del Departamento de Casanare es una región de gran riqueza ecológica y cultural en la cual persisten grandes retos para el desarrollo del sector agropecuario. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en Colombia, la cadena productiva de las abejas y la apicultura ha tenido un crecimiento del 3,49% del año 2020 a 2021 (MADR-CPAA, 2021). Para este mismo año se registraron aproximadamente 3.000 apicultores con 140.335 colmenas instaladas a lo largo del territorio nacional y una producción anual de 4.650 toneladas de miel, contribuyendo a la generación de 9.000 a 10.000 empleos entre directos e indirectos. Sin embargo, el potencial para el crecimiento de la producción apícola en el país es mucho mayor, ya que en Colombia se cuenta con una gran extensión de área disponible para esta actividad, así como con una gran diversidad de recursos florales mantenidos a lo largo del año, gracias a su condición subtropical. De hecho, la riqueza botánica y la ausencia de estaciones climáticas marcadas constituye una ventaja competitiva para la apicultura, pues permiten sostener altas producciones a lo largo del año. La actividad apícola, en particular la producción de miel de abejas, se caracteriza por sus relativos bajos costos de instalación, su relativamente baja demanda de tiempo y por brindar la posibilidad de llevarla a cabo de forma paralela con otras actividades productivas. Adicionalmente, el importante rol de las abejas como polinizadores, convierte a la apicultura en una actividad deseable para el mantenimiento de los ecosistemas y de distintos tipos de cultivos. La producción de miel de abejas constituye entonces una alternativa productiva de gran interés para ser implementada como estrategia de desarrollo económico sostenible en distintos territorios, especialmente rurales[1], en el país.

[1] Se entiende como territorio o zona rural o rural dispersa al área rural o resto municipal caracterizado por la disposición dispersa de viviendas y las explotaciones agropecuarias. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles y generalmente tampoco dispone de servicios públicos o facilidades propias de las áreas urbanas. La población que habita la zona rural se denomina población rural o rural dispersa (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)).

Por lo anterior, el crecimiento y participación de comunidades campesinas en la apicultura se ha venido incentivando y promocionando en los últimos años por parte del gobierno colombiano a través de la promulgación de proyectos y leyes, como es el caso de la Ley 2193 de 2022, que tiene el objetivo de establecer mecanismos de fomento y desarrollo de la apicultura y actividades complementarias. En este contexto, se ha logrado el desarrollo de múltiples proyectos (investigativos y productivos) encaminados al avance y la mejora de la cadena de las abejas y la apicultura en Colombia, los cuales han contribuido positivamente a la implementación de estrategias y herramientas para aumentar su productividad y sostenibilidad (Téllez et al., 2021).

En la actualidad existe un gran interés por parte de agricultores en todo el país en implementar la apicultura como actividad económica. Esto lo demuestra la gran variedad de producción de mieles en el país (Nates-Parra et al., 2013), que ha quedado evidenciada en distintos trabajos de investigación, como el de Opayome Acosta (2021), en el cual se muestra la riqueza de mieles especiales producidas en Colombia, con más de 100 muestras recolectadas a través de un Concurso Nacional de Mieles. No obstante, existen debilidades y retos importantes para la producción apícola nacional, especialmente aquella localizada en territorios rurales. Los apicultores que llevan a cabo su actividad en zonas rurales apartadas de cabeceras municipales con frecuencia no cuentan con vías y medios de transporte idóneos, lo que se suma a una escasa oferta tecnológica o de acceso a información y conocimiento suficientes para el mejoramiento de sus unidades productivas y de la calidad de sus productos. Algunas de las consecuencias son que no se cuenta con información sobre el seguimiento de buenas prácticas apícolas y que la mayoría de las mieles y productos apícolas provenientes de territorios apartados aún no han sido caracterizados.

Este es el caso del departamento de Casanare, donde la apicultura es una actividad reciente en crecimiento y ha sido reconocida como altamente promisoria (Gobernación de Casanare, 2020). Dado que el principal tipo de actividades económicas realizadas en el departamento del Casanare (la extracción de petróleo y la ganadería vacuna) son importantes generadoras de huella de carbono, la apicultura se destaca como una posible alternativa más sostenible ambientalmente. En particular en el Piedemonte del departamento, que es una subregión ubicada en el límite de la cordillera oriental, entre aproximadamente 1.000 y 2.000 msnm y que corresponde al 4,4% del territorio departamental, se presentan condiciones idóneas para la producción de miel de abejas. El Piedemonte de Casanare se caracteriza por su gran biodiversidad y riqueza cultural.

Además de esto, en el posconflicto, la seguridad en la región ha mejorado sustancialmente, lo cual ha abierto nuevas oportunidades para el crecimiento de las actividades agropecuarias enfocadas en la producción de alimentos y productos de alto valor agregado. Sin embargo, en la región persisten problemáticas asociadas a las fuentes de trabajo y la infraestructura vial y de comunicación. Aparte de conocerse que hay una producción apícola en ciernes en el departamento, no se conocen cifras o estudios profundos sobre las condiciones y prácticas que se realizan en el beneficio de los productos apícolas. Además, en la actualidad existen pocos estudios sobre la calidad de miel de Casanare en general y del Piedemonte de Casanare en particular. De ahí que no se tengan establecidos protocolos estandarizados de las prácticas apícolas en el departamento, salvo las recomendaciones generales de las normas nacionales que no tienen en cuenta el contexto político, cultural, geográfico y climático propio de los apicultores de la región.

Es por eso que el objetivo de este trabajo final de maestría, el cual se desarrolló en el marco del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*, liderado por la Universidad Nacional de Colombia con la financiación del Sistema General de Regalías, fue promover la actividad apícola en el Piedemonte del departamento de Casanare a través del análisis de las prácticas de beneficio y de la calidad de miel de abejas *Apis mellifera* para la generación de estrategias enfocadas en su mejoramiento. Para el logro de este objetivo se realizó una evaluación diagnóstica de las prácticas de calidad en la producción de miel, a través de visitas a núcleos productivos y del diseño y aplicación de una encuesta en la que participaron 34 apicultores de cuatro municipios (Chámeza, Yopal, Sácama y La Salina); con esto se logró determinar el nivel de cumplimiento actual de los apicultores respecto al modelo de recomendaciones de buenas prácticas apícolas en campo y en sitio de extracción para la obtención de miel, además se identificaron las dificultades en común que existen en la región.

Posteriormente, se realizó un muestreo de un total de 37 mieles provenientes de apiarios localizados en estos mismos municipios (10 de Chámeza, 9 de Yopal, 10 de Sácama y 8 de La Salina), lo cual permitió evaluar de forma preliminar la calidad de la miel producida, a través de la medición de parámetros fisicoquímicos (acidez libre, pH, contenido de azúcares totales y reductores, cenizas, solidos insolubles, contenido de HMF y actividad diastasa) y microbiológicos (recuento de microorganismos mesófilos, recuento de coliformes, recuento de *E.Coli*, detección de *Salmonella sp*, recuento de

hongos y levaduras, Recuento *Clostridium sulfito reductor*). Esta información permitió establecer una línea base de las prácticas ligadas a la calidad e inocuidad en la producción de la miel, identificar debilidades y oportunidades de mejora en la cadena de producción de miel de esta región y hacer una propuesta de estrategias para la mejora de la calidad y valorización de los productos de miel de abejas. La implementación futura a corto plazo de estas estrategias, de la mano de las asociaciones de apicultores de cada municipio, generarán un impacto positivo a la actividad apícola y con ello a la vida de los apicultores del Piedemonte de Casanare.

Objetivos

Objetivo General

Promover la actividad apícola en el piedemonte del departamento de Casanare a través del análisis de prácticas de beneficio, calidad de miel de abejas *Apis mellifera* y la generación de estrategias enfocadas en su mejoramiento.

Objetivos Específicos

Objetivo específico 1. Realizar un diagnóstico de las prácticas de calidad en la obtención de miel en núcleos productivos del piedemonte del departamento de Casanare.

Objetivo específico 2. Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de muestras de miel del piedemonte del departamento de Casanare.

Objetivo específico 3. Proponer estrategias de mejora de la calidad y valorización de las mieles de abeja de la región.

1. Marco conceptual y antecedentes

Se muestran a continuación algunos conceptos y descripciones relevantes para la contextualización del presente trabajo.

1.1 Apicultura

La apicultura es un término proveniente del latín en el que *Apis* significa abeja del género *Apis* y *cultura* corresponde a cultivo; así entonces, se dice que es la ciencia encargada del cultivo o cría de las abejas. En la implementación de esta actividad agropecuaria por lo general en el país se trabaja con híbridos de la especie *Apis mellifera* de las que se obtienen beneficios económicos por la comercialización de productos que son elaborados por las abejas y luego recolectados por el humano, entre ellos están polen, miel, propóleo, jalea real, cera, apitoxina y material biológico como núcleos de colonias y abejas reinas (ICA, 2023). La apicultura contribuye a la polinización de las plantas, un proceso vital para la supervivencia y producción de alimentos. Su práctica es sostenible y competitiva frente a otro tipo de actividades pues no generan un impacto negativo al medio ambiente y además favorecen la productividad en los cultivos agrícolas. Es por ello por lo que, la apicultura es considerada amigable con la naturaleza. Además de este beneficio ambiental, hace algunos años se usan las abejas para la difusión de hongos, bacterias y virus como medida de control biológico de algunas plagas que afectan la producción agropecuaria en algunos cultivos; un ejemplo es el de cultivo de la colza o canola (Silva Garnica et al., 2006).

1.2 Antecedentes de la apicultura en Colombia

La apicultura en Colombia es una actividad emergente que aún no cuenta con un desarrollo tecnológico apropiado ni industrializado para mejorar la productividad. La actividad se ha realizado en gran parte por campesinos agricultores como aporte a los ingresos de la familia, usualmente acompañada de esquema de agricultura de pancoger[2], primando el conocimiento empírico y el seguimiento de métodos tradicionales y artesanales pero que no necesariamente garantizan productos de calidad y seguros.

En el territorio en el que actualmente está localizada Colombia se ha registrado la práctica de la crianza de abejas desde la época precolombina donde los indígenas utilizaban las ceras para orfebrería y la miel de abejas para endulzar bebidas; en la época esta actividad se hacía con abejas nativas o sin aguijón, pertenecientes a la tribu Meliponini, puesto que las nuevas especies (en particular *Apis mellifera*) fueron introducidas por los españoles posteriormente (Silva Garnica et al., 2006). Según lo que describen Silva Garnica et al. (2006):

"*la apicultura en Colombia se llevó a cabo durante siglos de forma rústica y es hasta finales del siglo XIX y comienzos del XX cuando un sacerdote italiano llamado Remigio Rizzardi de la orden de los salesianos fundó el primer apiario científico de abejas italianas en el Noviciado de Mosquera-Cundinamarca promoviendo las actividades apícolas y difundiendo los conocimientos de la apicultura en el campo colombiano, a través de su libro Apicultura Racional que fue publicado en 1933. Años más adelante el sacerdote sería reconocido como el precursor de la apicultura nacional. Es después de los años 1930 que se inició la implementación de la apicultura moderna en la que se utilizaban cuadros movibles en las colmenas y se hacía un mejor aprovechamiento de sus productos. Para el año de 1950 el Ministerio de Agricultura creó la división de apicultura en la Oficina de Industria Animal y se lanzó una campaña Apícola Nacional en 1953 con la que se logró dar capacitación a apicultores del país y desarrollar algunos proyectos. En 1959, con la*

[2] Se denominan así aquellos cultivos que satisfacen parte de las necesidades alimenticias de una población determinada. En la zona cafetera son cultivos de pancoger: el maíz, el fríjol, la yuca, el plátano, entre otros. Fuente: Federación de cafeteros.

participación de algunos apicultores del territorio nacional, se organizó y fundó la Asociación Nacional de Apicultores".

A finales del año 1978, se produjo la introducción e invasión de la abeja africanizada al país. Este hecho generó una perturbación al avance del sector apícola debido a que los apicultores desconocían el manejo de una abeja con mayor defensividad y muchos dejaron los apiarios y ya en el año 1983 se estimó que el país estaba invadido por abejas africanizadas (Mantilla C. 1997; Vásquez R. y Tello J. 1995, como se citó en Silva Garnica et al., 2006). En última instancia, la africanización de las abejas tuvo un impacto negativo en los programas de fomento apícola. Desde entonces se suele dividir la historia del desarrollo de la apicultura colombiana así: en primera parte está la creación y transición hasta la apicultura moderna, que se llevó hasta los años setenta, y la segunda parte corresponde desde la introducción de la abeja africanizada al país hasta los días de hoy.
La actividad apícola en los últimos años comenzó a crecer nuevamente gracias al desarrollo y transferencia de conocimiento en las técnicas de manejo de las abejas africanizadas, los beneficios en alimentación y salud que aportan los productos apícolas y el beneficio económico que se recibe pues es una actividad con buenos retornos por su baja inversión y demanda de tiempo. En la primera década de los 2000 se impulsaron varios proyectos importantes y se consolidaron grupos de investigación a lo largo del país, con líneas de trabajo relacionadas con las abejas y la apicultura. Un ejemplo de estos proyectos fue el programa de investigación y desarrollo titulado "Selección de indicadores fisicoquímicos mediante aplicación de nariz electrónica para la catalogación de productos apícolas" que lideró el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia entre los años 2008 y 2011, en el que confluyeron varios grupos de trabajo de esta institución y asociaciones de apicultores de varios departamentos, y al que siguieron muchas otras investigaciones. Paralelamente, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) publicó la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 en el año 2007. En el siguiente año se firmó el acuerdo sectorial de competitividad de la cadena productiva de las abejas y la apicultura, que impulsaría el desarrollo de la agenda prospectiva de la cadena en los siguientes años (Claro et al., 2021). Posteriormente, en el año 2010 se sancionó el reglamento técnico de calidad de miel a través de la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. A pesar de que esta fue posteriormente derogada, la actividad investigativa y regulatoria de estos años constituye un punto de partida importante para el desarrollo

futuro de la apicultura en Colombia. Es para el año 2012 donde se reconoce oficialmente en el Ministerio de Agricultura la organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura (CPAA) cuya estructura se conforma por diferentes actores de organizaciones, asociaciones, instituciones, cooperativas entre otros y cuyo trabajo se desarrolla alrededor de alguno de los eslabones de la cadena apícola, desde entonces ha sido posible avanzar en el conocimiento de cifras aproximadas del sector.

Según las cifras recolectadas y analizadas por la CPAA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) para el 2022 se cuenta con la presencia de 157.696 colmenas distribuidas en 7.168 apiarios y de las cuales se estima una producción de 6.376 toneladas de miel por año, además se resalta en ICA, 2023 que este sector genera aproximadamente una cifra de 10.000 empleos entre formales e informales. En suma, en la actualidad, en Colombia se realiza una apicultura a baja escala, pues en promedio cada apiario maneja un numero de 30 colmenas (usualmente de tipo Langstroth)(Martínez Anzola, 2006), especialmente enfocada en la producción de miel de abejas en las zonas cálidas o templadas y en zonas donde el clima es más frio se realiza preferentemente la producción de polen.

1.3 Miel de abeja y sus cifras

La miel es una sustancia dulce y viscosa que se produce gracias al trabajo de las abejas. Este comienza cuando abejas obreras dedicadas al pecoreo visitan diversas especies botánicas en búsqueda de néctar floral (o en algunos casos secreciones de partes vivas de plantas o excreciones de insectos que succionan también partes vivas de plantas) como fuente de carbohidratos y energía. El néctar, una sustancia que está compuesta principalmente de agua y azúcares, especialmente sacarosa y en menor medida glucosa, fructosa y otros azúcares. Luego de recolectar el néctar, las abejas lo mezclan en su sistema digestivo con enzimas (invertasa, diastasa y glucosa oxidasa), las cuales paulatinamente desencadenan la hidrólisis de la sacarosa en fructosa y glucosa y la formación de otros compuestos minoritarios, incluyendo varios ácidos orgánicos (Correa Mosquera, 2015). Las abejas pecoreras lo entregan a las abejas encargadas dentro de la colmena de depositarlo en los alveolos del panal donde el néctar conteniendo estas enzimas es almacenado; debido a la temperatura interior en la colmena y la aireación del

aleteo de las abejas, la sustancia constantemente pierde humedad y continua su proceso de hidrólisis enzimática. Gracias a este proceso, el néctar, al interior de la colmena, se convierte en el producto que se conoce como miel. Cuando el nivel aproximado de humedad en la sustancia está alrededor o menos del 20% es cuando las abejas hacen el sellado del alveolo con una capa de cera; a está capa se le conoce con el nombre de opérculo, que conserva y protege la miel hasta que se realiza el beneficio por parte de los apicultores. La miel sirve como base energética de la colmena y reserva de alimento para épocas donde hay una baja disponibilidad de néctar. La variedad de características de la miel, como su perfil de azúcares (siendo los mayoritarios siempre fructosa y glucosa), su composición de minerales, su composición en ácidos orgánicos, en compuestos fenólicos, en sustancias minerales, su color, entre otras, se debe en gran parte a la diversidad de vegetación alrededor de la ubicación del apiario donde las abejas recolectaron los néctares (Díaz Moreno, 2009; Opayome Acosta, 2021). Cuando las abejas recolectan los néctares solamente de una especie floral, estas mieles son denominadas mieles monoflorales y cuando las abejas recolectan néctares de varios tipos de flores, la miel se denomina multifloral (ICONTEC, 2007).

1.3.1 Composición de la miel de abejas

La miel es un alimento natural que se conforma principalmente por una mezcla de carbohidratos y contiene otros componentes en menor cantidad como el agua, ácidos orgánicos, minerales, enzimas y aminoácidos; además cuenta con la presencia de compuestos fenólicos como los flavonoides, que le aportan una cierta actividad antioxidante (Missio da Silva et al., 2016). La composición fisicoquímica, aroma, sabor y propiedades de la miel de abejas dependen de diversos factores que influyen sobre la composición del néctar, sobre la conversión de este en miel y sobre el beneficio (aprovechamiento apícola) del producto, como lo son el origen botánico y geográfico, las condiciones climáticas, la especie de abeja, la biofísica de la región, el proceso de manipulación e incluso las condiciones de almacenamiento (Campo Barrera & Hincapié Llanos, 2023; Escuredo et al., 2014; Nates Parra et al., 2013).

La alta biodiversidad y disponibilidad de recurso floral hace que en Colombia las mieles sean principalmente de tipo multifloral y de composición más variable, respecto a mieles producidas en otros países. En cuanto a la calidad y composición de la miel colombiana,

se han realizado estudios investigativos de caracterización a variedad de mieles provenientes de diferentes regiones del país. Estos estudios se han enfocado principalmente en reconocer los tipos de miel que se produce en cada región, sus particularidades, si cumplen con los requisitos de calidad fisicoquímicos y encontrar, en algunos casos con ayuda de análisis quimiométrico, una diferenciación por el origen geográfico. Ortega-Bonilla et al. (2021) analizaron características fisicoquímicas, compuestos fenólicos totales, minerales y color a veinticuatro muestras de mieles comerciales en el departamento del Cauca. Para zonas con cultivos específicos, como el de café, Medina Rodríguez (2016) evaluó la huella digital de mieles de tres zonas cafeteras de Colombia (Magdalena, Cauca, Santander) y sus características fisicoquímicas. En el estudio de Opayome Acosta (2021) se realizó una clasificación a 115 muestras de mieles colombianas por medio de la evaluación de parámetros fisicoquímicos y por medio de análisis estadístico a resultados de análisis de nariz y lengua electrónica, logrando diferenciar parcialmente las muestras según su zona climática.

En otro estudio de Zuluaga-Domínguez et al. (2017), se determinaron los parámetros fisicoquímicos de mieles producidas por la abeja *Apis mellifera* en cuatro regiones colombianas y evaluaron la posibilidad de diferenciación de origen mediante análisis quimiométrico. Estos autores analizaron 15 parámetros fisicoquímicos estándar y el perfil del aroma de 236 muestras de miel utilizando una nariz electrónica. Se desarrolló una red neuronal artificial, que permitió clasificar las muestras de miel según su origen geográfico con una tasa de éxito del 81%. Estos resultados demuestran que es posible realizar una clasificación con parámetros ligados a la composición, perfil sensorial y perfil aromático analítico, algo que puede aportar a los productores de miel en la generación de sellos de identidad para la región y dar valor agregado a sus productos por su origen.

Otras regiones cuyas mieles se han estudiado de forma más detallada incluyen a la altillanura del Vichada, en el trabajo de Castro Mercado. (2018), se evaluó la composición química, atributos sensoriales y parámetros fisicoquímicos de calidad a mieles de abejas de zonas donde predomina la especie de *Acacia mangium.* En los resultados se logró identificar aspectos diferenciales por sus parámetros fisicoquímicos (Alto contenido de sacarosa, alto contenido de minerales y antioxidantes) como también por los sensoriales (Colores ámbar oscuros, olor amaderado y sabor a caramelo). Eso se traduce en un mejor

conocimiento de los productos de la región y tener un valor de comercialización acorde a un producto diferenciado.

Para el departamento de Casanare los estudios sobre las prácticas en la apicultura, la calidad y composición de sus mieles son pocos. Se conoce un trabajo de Ortega Bonilla et al. (2016) enfocado en la caracterización fisicoquímica de mieles procedentes de apiarios ubicados en zonas con presencia de eucaliptos del municipio de Villanueva, mostrando valores acordes con los parámetros establecidos en la normatividad y evidenciando diferencias en el contenido de fenoles con respecto a las mieles de eucaliptos de otros estudios internacionales. Una de las recomendaciones de ese estudio es que se realice un estudio a las prácticas en los procesos productivos de obtención de la miel en la región. En la Tabla 1-1 se describe la composición química promedio de la miel de abejas de origen floral y *Acacia mangium,* de forma específica para algunas mieles de distintas regiones de Colombia mencionadas anteriormente.

Tabla 1-1 *Composición química típica de mieles de abeja (Apis mellifera)*

Componente	**Unidades**	**Antioquia (Suroeste)[1]**	**Santander[2]**	**Sierra Nevada de Santa Marta[2]**	**Casanare[3]**	**Altillanura del Vichada (Miel de *acacia mangium)*[4]**
Azucares Reductores	g/100 g	76,57 ± 7,4	67,9	74,2	70,0 ± 0,4	69,00 ± 7,9
Glucosa	g/100 g	30,8 ± 3 ,0	31,6 ± 6,0	34,1 ± 5,2	-	34,9 ± 4,3
Fructosa	g/100 g	33,5 ± 3,9	36,3 ± 5,8	40,1 ± 4,0	-	34,1 ± 3,6
Sacarosa	g/100g	5,6 ± 3,4	-	-	-	8,9 ± 2,4
Sacarosa Aparente	g/100g		-	-	1,5 ± 0,0	
Humedad	g/100 g	17,9 ± 0,7	18,9 ± 1,2	18,0 ± 1,2	16,5 ± 0,2	19,4 ± 1,7
Acidez libre	meq/kg	42,3 ± 9,2	32,9 ± 6,8	37,4 ± 5,2	14,6 ± 0,5	41,7 ± 3,5
HMF	mg/kg	41,0 ± 11,2	-	-	67,3 ± 6,0	48,9 ± 35,5
Actividad Diastasa	ID Schade	11,3 ± 3,2	-	-	-	7,3 ± 2,4

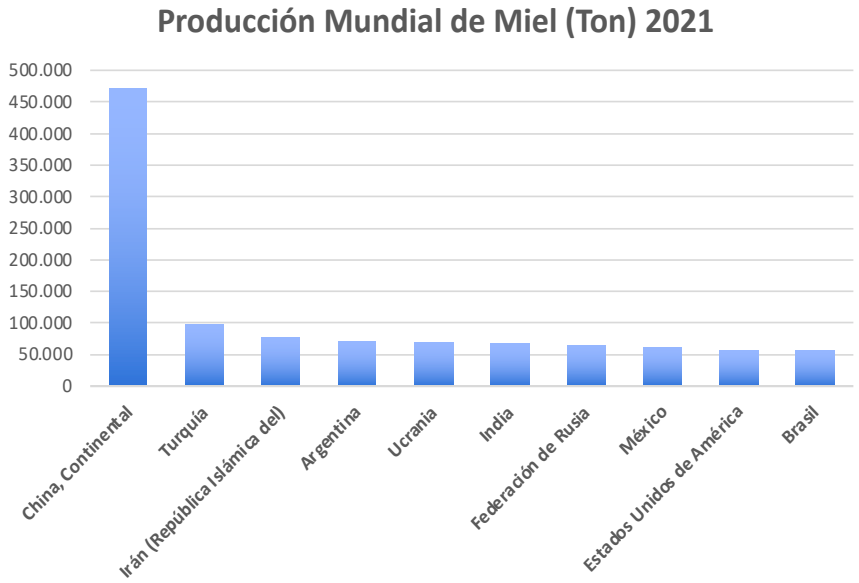
Minerales (Cenizas)	g/100g	0,27± 0,13	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,3	0,81 ± 0,01	0,09 ± 0,06

Tomado y adaptado de: [1]Velásquez Ruiz et al., 2016. [2]Zuluaga-Domínguez et al., 2017. [3]Ortega Bonilla et al., 2016. [4]Castro Mercado, 2018.

1.3.2 Cifras sobre la producción de miel de abejas

Mundialmente según cifras de FAO (2021) los principales países productores de miel para el año 2021 están distribuidos como se muestra en la Figura 1-1. China se encuentra en la cabeza siendo el mayor productor con 472.700 toneladas seguido de Turquía con 96.344 toneladas e Irán con una producción de 77.152 toneladas, mientras que el primer productor a nivel de Latinoamérica es Argentina con una producción de 70.750 toneladas por año.

Figura 1-1 *Distribución de la producción mundial de miel en el año 2021*



Fuente: Tomado de (FAO, 2021)

Comparativamente, se estima que Colombia para el año 2021 tuvo una producción total de 4.650 toneladas (MADR-CPAA, 2021), ocupando el puesto 58 a nivel mundial. Se evidencia que hubo un crecimiento sustancial pues para el año 2022 se llegó a una

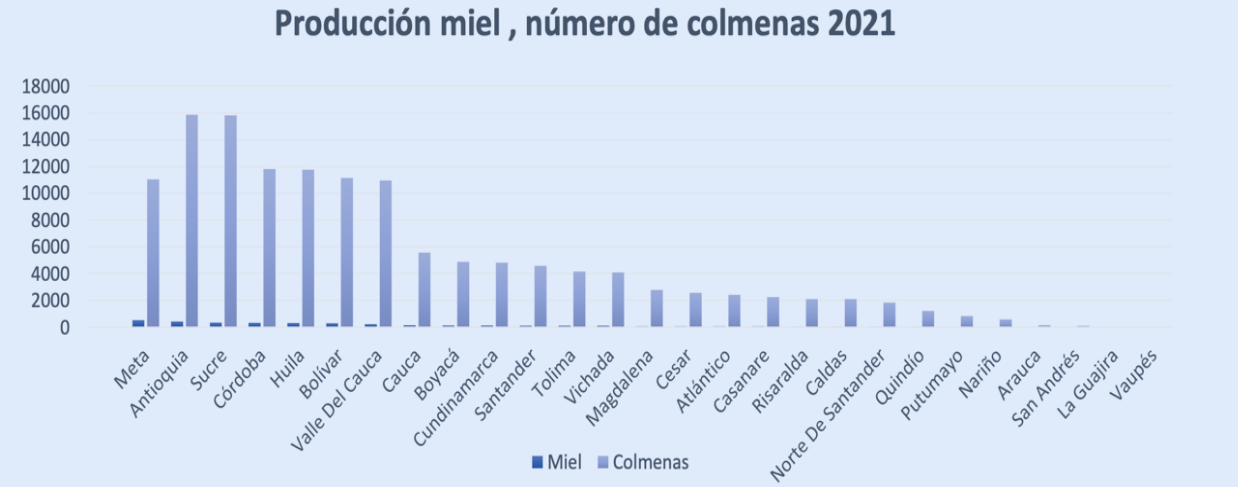
producción de 6.376 toneladas (ICA, 2023) que representa un crecimiento del sector del 37,11% respecto al año anterior proyectándose como una actividad en buen crecimiento.

Los principales departamentos en Colombia productores de miel de abejas como se muestra en la Figura 1-2 son los departamentos de Meta, Antioquia, Sucre, Córdoba y el Huila.

El rendimiento promedio de producción de miel de abejas por colmena en el país como lo reportan MADR-CPAA (2021), se estima en 29 kg/año y el consumo per cápita de 80 gramos al año, una cifra muy baja si lo comparamos respecto al promedio mundial de 386 gramos (Claro et al., 2021).

El departamento del Casanare ocupa el puesto número 17 en producción de miel en el país como se muestra en la Figura 1-2, con el aporte de 60-65 toneladas de miel anuales y que corresponden a unas 2300 colmenas, lo que representa el 1,2% de la producción nacional total.

Figura 1-2 *Producción de miel en Colombia por departamentos 2010-2021*



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021* 2° trimestre
Colmenas (No.)	89.200	87.000	88.111	92.793	95.419	97.219	100.881	110.689	120.437	135.117	135.590	140,335
Producción (Ton)	2.630	2.350	2.379	2.691	2.958	3.111	3.228	3.542	3.372	3.838	3.851	4,650

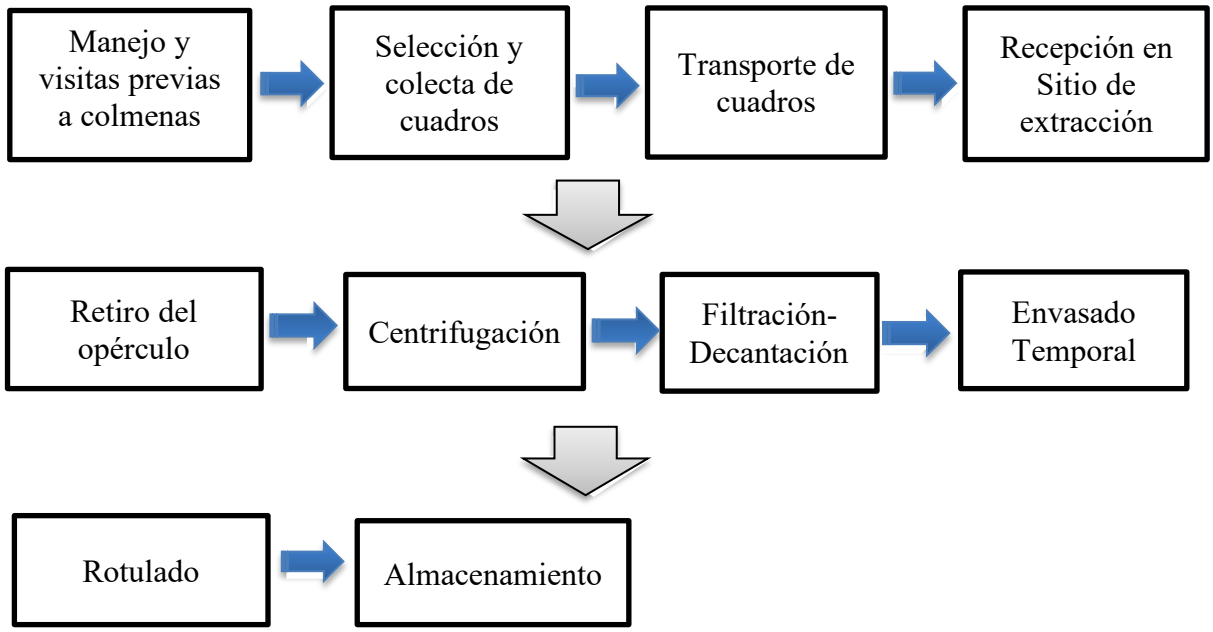
Fuente: Tomado de (MADR-CPAA, 2021)

1.4 Proceso productivo de obtención de miel

El proceso de beneficio de la miel se realiza a través del seguimiento de etapas dispuestas en una secuencia organizada que encamina a la obtención correcta del producto. A continuación, en la Figura 1-3 se muestra a grandes rasgos un diagrama de flujo generalizado del proceso productivo de la miel de abeja y se describe sus etapas.

La primera etapa, llamada “manejo y visitas previas a colmenas” corresponde a una serie de actividades previas o paralelas a la producción de la miel como tal, las cuales realiza el apicultor para garantizar un correcto funcionamiento y en buenas condiciones la unidad productiva. Algunas de estas tareas son: la selección del lugar y ubicación adecuada de las colmenas, el mantenimiento y limpieza a las colmenas y al equipo usado en el apiario, la renovación de las ceras, el material biológico y el almacenamiento de los marcos vacíos, la visita a las colonias, la alimentación de las colonias y el deshierbe y limpieza del lugar.

Figura 1-3 *Diagrama de flujo del proceso de obtención de miel de abeja*



Luego de las visitas periódicas a las colmenas, se realiza la colecta de los cuadros por parte del apicultor. En esta etapa se escogen los cuadros adecuados para que la extracción de miel sea eficiente: los cuadros seleccionados no deben contener cría y deben tener un porcentaje de opérculo en el 75-80% del panal. Luego se remueven las abejas con una fuerte sacudida o con un cepillo para evitar trasportarlas a la extracción, y enseguida se disponen los cuadros sin abejas en un recipiente limpio y cerrado, evitando ponerlos en contacto con el suelo.

Tan pronto se tienen los cuadros organizados en su recipiente, estos se transportan al sitio de extracción. Es importante tener en cuenta que las colmenas pueden estar alejadas del sitio de extracción. Por este motivo, y dependiendo de la cantidad de cuadros, el transporte se puede hacer en diferentes medios, pero en cualquier caso debe hacerse cuidadosamente para evitar daños en los cuadros. En Colombia, dependiendo de la región, de las prácticas propias de los apicultores y el acceso a vehículos, las tareas de transporte se realizan en automóviles, motocicletas, animales de carga, carretillas o incluso es cargado por el apicultor u operario mismo.

En el sitio de extracción que puede ser una instalación portátil, o cuarto fijo destinado para el beneficio, el operario o apicultor haciendo uso de elementos de protección personal realiza la recepción de los cuadros que luego se ubican y mantienen en un lugar limpio, seco y lejos de posibles agentes contaminantes.

Posteriormente, el apicultor con ayuda de una herramienta como un cuchillo o peine hace el retiro del opérculo del cuadro de miel, el cual va almacenando en un recipiente limpio y que después podrá utilizar como materia prima para productos a base de cera.

Los cuadros desoperculados son posicionados en un equipo limpio de centrifuga, se cierra y se hace la centrifugación, hay equipos eléctricos y manuales y tienen capacidades que van desde dos cuadros hasta 100.

La miel es evacuada del equipo de centrifugación y antes de depositar en el envase de almacenamiento, se hace la filtración al pasar la miel por un tamiz o lienzo que atrapa las impurezas.

La miel es envasada en un cuñete o caneca de material higiénico y limpio, que es rotulado con información de la miel extraída, el lugar, la fecha y cantidad. Luego es almacenada en un lugar fresco y ventilado, aislado de rayos directos del sol y la humedad.

Finalmente, dependiendo de la forma de comercialización, las mieles pueden ser sometidas a diferentes procesos, incluyendo el fraccionamiento y envasado, el cual debe hacerse evitando contaminación cruzada y empleando herramientas y envases adecuados (en el caso de los envases estos deben ser lavados y desinfectados), en algunos casos procesos térmicos, procesos físicos para la cristalización controlada (como el cremado), entre otros. En todos los casos las mieles deben ser rotuladas de acuerdo con su destino para garantizar la trazabilidad de estas; para mieles de consumo directo, el rotulado debe estar acorde con las reglamentaciones técnicas específicas de etiquetado de alimentos.

1.5 Calidad en la miel

La calidad en los alimentos como en la miel de abejas es considerada como un conjunto de propiedades o de atributos propios del alimento, que, al ser evaluadas por el consumidor, satisfacen alguna necesidad o demanda. Estas propiedades o cualidades en los alimentos se valoran desde diferentes componentes o tipos de calidad, como lo son: la calidad higiénica y sanitaria, calidad bromatológica (nutricional y de composición), sensorial, comercial, ambiental, tecnológica e incluso la calidad ética y social (Prieto et al., 2008).

Para garantizar la presencia de las cualidades y atributos en un producto antes de ser ingerido por el consumidor, es fundamental que existan medidas en cada etapa a lo largo de la cadena de producción desde las etapas primarias hasta su venta, que velen por el cuidado de la seguridad y calidad.

Calidad nutricional: La calidad nutricional se relaciona con los contenidos presentes en el producto de macronutrientes y micronutrientes elementales, que brindan un aporte energético y nutricional al consumidor. Debido a la composición característica de la miel donde mayormente sus componentes son azúcares y agua se considera como un alimento

rico energéticamente. También presenta en menor cantidad ácidos orgánicos, el más representativo el ácido glucónico; minerales, como el potasio, calcio, fosforo, hierro y magnesio; enzimas que tienen origen vegetal y el que proviene del organismo de las abejas que ayudan en la transformación de las azúcares presentes en el néctar; vitaminas, compuestos fenólicos y antioxidantes (Díaz Moreno, 2009).

Calidad por atributos de valor: Esto se refiere a las características inherentes del producto como su composición, características sensoriales, el origen botánico o geográfico y el tipo de producción como se obtiene (orgánico, sustentable, bio, denominación de origen) (Mouteira, 2014).

Calidad comercial: Hace referencia a los aspectos que tienen que ver con el mercadeo (tipo de envase, etiqueta, publicidad) y la oferta de un producto con un precio racional a lo que se ofrece.

Calidad higiénica: Es la seguridad de que el producto, en nuestro caso específico la miel de abejas, es seguro para el consumo humano gracias a la ausencia de contaminantes que pueden representar un riesgo para la salud del consumidor. Este tipo de calidad promueve la disminución de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) y ayuda a que los alimentos estén libres de microorganismos patógenos, pesticidas y algunas sustancias físicas y químicas (Salinas, 2021).

Es importante saber que, para garantizar el alcance de la calidad higiénica, existen diferentes tipos de peligros contaminantes a los que se enfrenta el productor a lo largo de las etapas del proceso productivo y donde se puede ver expuesta la miel. Estos peligros de contaminación se clasifican y describen a continuación:

- Peligros físicos: Se trata de la presencia de elementos o cuerpos extraños en la miel que por lo general son introducidos de manera accidental, algunos de ellos pueden ser: trozos de madera, piedras, clavos, alambres, nailon, tierra, cabellos etc. Se pueden presentar en las etapas de manejo de colmena, recolecta y transporte y en el sitio de extracción (Salinas, 2021).

- Peligros químicos: Ocurren cuando la miel tiene contacto con sustancias químicas toxicas., se pueden presentar en las etapas de manejo de colmena, recolecta y transporte, en sitio de extracción, envasado (Salinas, 2021).

- Peligros microbiológicos: Existen microorganismos como hongos, levaduras, bacterias que se encuentran en el aire, suelo, agua, alimentos, personas o cualquier superficie cuando se presentan en altas cargas pueden alterar las características sensoriales de la miel y también ocasionar enfermedades a los consumidores (Mouteira, 2014) (Salinas, 2021)

El riesgo de contaminación por estos peligros durante el proceso productivo de obtención de la miel puede ser controlado y verse disminuidos a través del seguimiento de directrices como las buenas prácticas apícolas y protocolos de limpieza e higiene las cuales están encaminadas a su eliminación.
A continuación, se detallan los requisitos de calidad por atributos fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales se relacionan tanto con la calidad nutricional, como la comercial y la higiénica.

1.6 Parámetros fisicoquímicos en la miel

Como se mencionó antes, las mieles difieren una de otras debido a diferentes factores como la fuente de colecta de néctares, la ubicación geográfica, la manera como se realiza las prácticas de beneficio, el tipo de abejas y otros. La cuantificación de parámetros fisicoquímicos de la miel permite tener una idea sobre su calidad, dependiendo del contenido del parámetro se tiene una indicación en términos de su madurez, limpieza y deterioro a continuación se resume en la Tabla 1-2 los parámetros y el aspecto de calidad que puede indicar.

En la Tabla 1-3 se puede observar el rango de valores que han establecido normas internacionales y nacionales para los parámetros fisicoquímicos en la miel de abejas que es hecha por la especie *Apis mellifera*.

Tabla 1-2 *Parámetros fisicoquímicos indicadores de calidad en la miel*

Indicadores de Madurez	**Indicadores de limpieza**	**Indicadores de frescura**
Humedad	Cenizas	Acidez libre
Azúcares reductores	Sólidos insolubles	Actividad Diastasa
Sacarosa aparente (azúcares compuestos)		Hidroximetilfurfural (HMF)

Tabla 1-3 *Requisitos fisicoquímicos en la miel de abejas en distintas normas*

***Marco normativo*:**	***UE****	***Codex Alimentarius*****	***NTC 1273:2007******	
Parámetro	Requisito	Requisito	Valor mínimo	Valor Máximo
Contenido aparente de azúcar reductor (calculado como azúcar invertido), % m/m	No menos de 60g/100g miel de flores No menos de 45g/100g miel de mielada y mezcla con miel de flores	No Menos de 60g/100g No menos de 45g/10g en miel de mielada y su mezcla con miel de flores	60 (miel floral) 45 (miel de mielada)	
Contenido de humedad, % m/m	En general No más de 20 % Miel de brezo (calluna) y uso industrial No más de 23%	No más de 20% Para miel de brezo (calluna) No más de 23%		20%
Contenido aparente de sacarosa, % m/m	En general No más de 5g/100g Para falsa acacia, alfalfa, Banksia de Menzies, Sulla y Eucalipto rojo No más de 10g/100g Para espliego y borraja No más de 15g/100g	No más de 5g/100g Para falsa acacia, alfalfa, Banksia de Menzies, Sulla y Eucalipto rojo No más de 10g/100g Para espliego y borraja No más de 15g/100g		5g/100g

Sólidos insolubles % fracción de masa	En general No más de 0,1g En miel prensada no más de 0,5	Otras mieles no prensadas no más de 0,1 En mieles prensadas no más de 0,5		0,5 miel prensada 0,1 miel diferente a la prensada
Contenido de sustancias minerales (cenizas), % m/m				0,6
Conductividad eléctrica (mS/cm)	No más de 0,8 En Miel de mielada y miel de castaño No menos de 0,8	No más de 0,8 En Miel de mielada y miel de castaño No menos de 0,8		0,8
Acidez libre (miliequivalentes de ácido/1000 g)	En general No más de 50 Para uso industrial No más de 80	No más de 50		50
Actividad diastasa (escala de Schade)	En general No menos de 8 Mieles con contenido bajo de enzimas No menos de 3, mientras HMF sea menor a 15	En general No menos de 8 Mieles con contenido bajo de enzimas No menos de 3, mientras HMF sea menor a 15	3	
Contenido de HMF mg/Kg	En general No más de 40 Mieles de origen de clima tropical No más de 80	En general No más de 40 Mieles de origen de clima tropical No más de 80		60

Fuente: Tomado de *(Directiva 2001/110/CE, 2002), **(STANDARD FOR HONEY CXS 12-1981, 2022), ***(Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007)

1.6.1 Contenido de humedad

El agua hace parte importante de la estructura y composición de los alimentos y como lo enuncia Baudi Dergal (2013). La estabilidad, estructura, comportamiento físico y químico de los alimentos son determinados por las interacciones entre los macrocomponentes que lo conforman y la cantidad de agua disponible para interactuar; además, esto también

repercute en su estabilidad microbiológica. En la miel el contenido de humedad es una característica importante que influye en las características de densidad, viscosidad, color, índice de refracción; además de su estabilidad frente a procesos de deterioro como lo es la fermentación. La miel que tiene un alto contenido de agua se fermentara fácilmente con el tiempo (Singh & Singh, 2018). Como se muestra en la Tabla 1-3 los valores que establecen estas normas en general es un máximo de 20%m/m, para la norma de la unión europea y el Codex Alimentarius reconocen que en mieles de brezo (calluna) es posible llegar a valores de máximo 23% m/m.

1.6.2 Contenido de azúcares reductores

Los principales componentes de la miel son los carbohidratos (azúcares) que constituyen y representan entre el 95% al 99,9% de su peso seco. Un 75% son monosacáridos (fructosa y glucosa), el 10-15% son disacáridos (sacarosa, maltosa) además de otros tipos de azúcares (oligosacáridos, trisacáridos, y tetrasacáridos) en menor concentración (Dini & García, 2022), en consecuencia, las azucares son responsables de gran parte de las cualidades de la miel, tales como viscosidad, higroscopicidad, valor energético, poder rotatorio, etc. (White, 1975; Huidobro Canales & Simal-Lozano, 1985).

Asimismo, según lo describe Canales y Simal-Lozano (1985) las propiedades antibacterianas dependen de su concentración y la relación glucosa/agua condiciona la cristalización junto con la temperatura y el bajo contenido en azúcares en relación con el contenido en agua, el contenido en levaduras y la temperatura pueden conducir a la alteración de la miel por fermentación. Los azúcares, junto con otras sustancias (ácidos, compuestos nitrogenados, minerales, etc.), contribuyen decisivamente al sabor de la miel. La variación de la composición de azucares en la miel a lo largo del tiempo, sea por efectos enzimáticos o reacción de reversión acida hace que los niveles de polisacáridos y disacáridos reductores como la sacarosa y la maltosa aumentan y que los monosacáridos como la glucosa y fructosa sufren detrimento viéndose disminuidos.

Los azúcares reductores con más presencia en la miel son la fructosa y la glucosa el estudio de su contenido en la miel representa un indicador de la autenticidad y reconocimiento de miel adulterada, puesto que algunos adulterantes que son agregados (Jarabe de maíz) difieren en el contenido de estos azucares. Según como se muestra en

la Tabla 1-3, en general para estas normas, el contenido no debe ser menos de 60 g/100g y para algunas mieles de mielato y la mezcla de mieles de mielato con miel de flores se establece un mínimo de 45 g/100g.

1.6.3 Contenido aparente de sacarosa

La sacarosa es un disacárido que abunda en forma natural en casi todas las frutas, se extrae comercialmente de la remolacha y de la caña de azúcar (Baudi Dergal, 2013), en la miel se presenta en bajos porcentajes ya que, durante el proceso de maduración en el panal, las enzimas que le agregan las abejas al néctar la hidrolizan convirtiéndola en los monosacáridos fructosa y glucosa. El contenido de sacarosa es un parámetro fisicoquímico que es usado como indicador de posible adulteración en la miel, pues algunos de los productos que son usados comúnmente (jarabes derivados de la hidrolisis del almidón, jarabes invertidos y de otros orígenes) (Dini & García, 2022) tienen un alto contenido de sacarosa. Se establecen en las normas que su contenido en la miel de abeja en general no sea de más de 5 g/100g salvo algunas excepciones que se muestran en la Tabla 1-3.

1.6.4 Cenizas

La ceniza se refiere al residuo inorgánico que queda después de la incineración o la oxidación completa de la materia orgánica en un producto alimenticio. El contenido de cenizas proporciona una estimación del contenido total de minerales en los alimentos. Determinar el contenido de cenizas es importante para realizar el análisis proximal y posterior evaluación nutricional, además es el primer paso en la preparación de una muestra para hacer el análisis de algún elemento inorgánico especifico (Suzanne Nielsen, 2010).

En la miel el contenido de las cenizas está ligado al origen de donde proviene, pues las mieles de flores presentan un contenido normal de cenizas que va desde 0,02-1,028% mientras que para miel de mielada van desde 0,212-1,185% (McGregor, 1979 citado por Huidobro Canales & Simal-Lozano, 1984) aunque los valores de cenizas en la miel son pequeños comparados con otros componentes, el contenido de algunos minerales se

relaciona con el color de miel gracias a que son capaces de formar complejos con los compuestos orgánicos presentes (Ortega-Bonilla et al., 2021).

El proceso de determinación de las cenizas se lleva a cabo en un horno o mufla capaz de mantener la temperatura entre 500-600ºC, el agua y sustancias volátiles se evaporan y la materia orgánica se quema en presencia del oxígeno, la mayoría de los minerales se convierten en óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros y silicatos (Suzanne Nielsen, 2010).

1.6.5 Sólidos insolubles

La limpieza en la miel puede determinarse por varios parámetros uno de ellos es el contenido de sólidos insolubles en agua (Huidobro Canales et al., 2023), estas impurezas compuestas por, cera, partes de la abeja, granos de arena, propóleos y polen se puede dar debido a malos procedimientos en el proceso productivo de obtención de la miel.

Para determinar los sólidos insolubles en la miel la (IHC, 2009) estipula que la materia insoluble se recoge en un crisol de tamaño de poro especificado luego de hacer pasar la muestra diluida, el residuo seco es pesado después de haber sido lavado con agua atemperada para liberar la materia soluble.

1.6.6 Acidez libre

Las mieles de abeja tienden a presentar una condición acida debido esencialmente a la presencia natural de ácidos orgánicos, los cuales contribuyen al sabor en la miel y aporta persistencia frente al deterioro microbiano (Bogdanov et al., 2004). En la miel el principal ácido es el ácido glucónico (J. W., Jr. White & Landis, 1980), que se encuentra junto con la respectiva glucono-lactona en un equilibrio variable. La acidez libre y la acidez total se relacionan con el origen botánico de las mieles de flores, por ende, este parámetro puede usarse en la diferenciación por el origen.

1.6.7 Actividad diastasa

La diastasa es una de las enzimas que se produce naturalmente en las glándulas hipofaríngeas de las abejeas, también se encuentra en el néctar, su concentración inicial

depende del origen botánico y de la especie de abeja (Díaz Moreno, 2009), la actividad diastasa se ve disminuida por tratamientos térmicos que degradan la enzima, por ello su contenido en la miel da una indicación de la frescura de la miel, las prácticas de almacenamiento y posibles sobrecalentamientos.

Se utilizan dos métodos diferentes para determinar la actividad diastasa de la miel de abejas, según se describe en (IHC, 2009) el método tradicional de Schade utiliza almidón como sustrato y determina la actividad diastasa expresada en unidades Schade, y el método Phadebas, por otro lado, utiliza un sustrato artificial. El método tradicional de Schade consiste en comparar el tiempo que se requiere para que la enzima disminuya su valor inicial de actividad a la mitad frente al aumento de temperatura.

Las normas internacionales y la nacional establecen un número no menor de 8 Schade para mieles en general y para mieles que tiene un bajo nivel enzimático no menos de 3, siempre que su valor de HMF sea menor de 15mg/kg.

1.6.8 Contenido de HMF

El HMF (5-hidroximetil-2-furfural) es una sustancia que se encuentra naturalmente en alimentos que contienen azucares reductores, es producido generalmente por la reacción entre azucares, mayormente D-glucosa y compuestos nitrogenados como los aminoácidos, pertenecientes a una cadena proteica. Está tipo de reacción hace parte de las conocidas reacciones de Maillard o de pardeamiento no enzimático que se ven favorecidas por el calor (Fennema, 2008).

Determinar el contenido de HMF en la miel de abejas brinda una idea de la calidad en términos de la frescura, si se presenta en altos niveles, se debe a largos periodos de almacenamiento o la aplicación de fuertes tratamientos términos en el proceso de obtención (Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007). Debido al carácter termolábil de algunas enzimas y vitaminas presentes en la miel, su actividad biológica se ve afectada por la exposición a altas temperaturas, por ello estos dos parámetros se relaciona de manera inversamente proporcional.

El contenido de HMF que la norma técnica colombiana NTC 1273:2007 recomienda para cumplir con el requisito de calidad que, para mieles en general su valor no debe ser más de 60 mg/kg con la excepción de mieles de origen de clima tropical que no debe ser de más de 80 mg/kg.

1.7 Parámetros microbiológicos

Los microorganismos se encuentran de forma natural en el medio ambiente y en los alimentos, la miel de abejas *Apis mellifera* cuenta con la presencia de diversos microorganismos que tienen un comportamiento característico propio del producto. La miel tiene una gran estabilidad microbiológica, debido a factores como la baja actividad de agua (aw), su carácter ácido (pH 3,5 - 4,5) y la presencia de sustancias antioxidantes como fenoles y fitoquímicos como los flavonoides, que impiden el crecimiento de microorganismos (García Chaviano et al., 2022); aun si existe la acción de estos factores, los microorganismos presentes pueden proliferarse si se llega a favorecer las condiciones en el producto. Aunque desde el punto de vista sanitario la miel de abejas es considerada como un alimento seguro que no produce un riesgo para la salud, se puede presentar contaminaciones con microorganismos patógenos por malas prácticas higiénicas en la manipulación durante el proceso de cosecha, acondicionamiento, envasado y conservación (Coll Cárdenas et al., 2008).

Para que la miel se considere un producto apto para el consumo humano debe cumplir con los requisitos higiénicos y sanitarios que requieren los alimentos. En normas nacionales e internacionales (Resolución 2674 de 2013; Decreto 60 de 2002; *Codex alimentarius*) se establecen las medidas que se deben tomar, para garantizar que los riesgos de contaminación disminuyan en los procesos de manufactura, de tal manera que en el producto final no exista la presencia de microorganismos patógenos. En Colombia la norma NTC 1273:2007, establece los límites máximos y los requisitos microbiológicos que en general debe cumplir la miel de abejas, en la Tabla 1-4 se detallan.

Mesófilos aerobios

Son un grupo de distintos microorganismos, se caracterizan por crecer en presencia de oxígeno (aerobios) y a una temperatura optima entre 30ºC - 37ºC (mesófilos)(The Food Tech, 2023), sin embargo pueden presentarse en un rango de temperaturas entre 20ºC -

45ºC. El recuento de estos microrganismos indica la cantidad de bacterias que se presentan en un alimento, en nuestro caso los productos apícolas, en un numero alto indican contaminación por malas prácticas de manipulación; por lo general cuando estos conteos presentan cifras altas, el alimento puede conducir agentes patógenos o sus toxinas que representaría un riesgo para la salud de los consumidores.

Hongos y levaduras

Este grupo de microrganismo se encuentra extensamente en el medio ambiente, cuentan con una amplia adaptación a diferentes medios que propician su proliferación (USDA, 2010). Se desarrollan tanto en medios ácidos como en alcalinos en un rango de pH 2 – pH 9, a temperaturas entre los 10 ºC a 35 ºC y también en condiciones donde hay una baja actividad de agua (< 0,85). En la miel de abejas, gracias al alto contenido de azúcares, encuentran un medio apropiado para crecer. Como también necesitan humedad o agua disponible para su crecimiento, su presencia en la miel indica que hay contenidos de humedad altos o fuera de lo permitido. Esto se pude dar por cosechar prematuramente la miel y por inadecuadas prácticas en el proceso de beneficio.

Coliformes

Los coliformes son un grupo de bacterias que se encuentran particularmente en suelos, agua y en el tracto intestinal de los animales. Su recuento se ha usado como indicador de higiene para alimentos, bebidas y el agua potable. Estas bacterias son trasmitidas al entorno natural por las heces de animales y humanos por lo que se dice que las bacterias presentes en el ambiente son de origen fecal (The Food Tech, 2023). La bacteria coliforme más conocida es la *Escherichia coli* (*E. Coli*) que comúnmente se presentan en el intestino y heces fecales. No todas las bacterias coliformes son de origen fecal, se distingue entonces entre: coliformes totales, que es el grupo que considera la totalidad de bacterias y coliformes fecales, que son aquellas de origen intestinal. La normatividad prohíbe la presencia de coliformes fecales en los alimentos y limita los valores de coliformes totales como se muestra en la Tabla 1-4.

***Salmonella* sp.**

Es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en ambiente seco e incluso meses en agua. Produce la enfermedad de salmonelosis que

se caracteriza por generar fuertes fiebres, dolor abdominal, náuseas, diarrea y en ocasiones vómitos (The Food Tech, 2023). Se encuentra comúnmente presente en las heces fecales de animales domésticos y salvajes, como gatos, perros, pájaros y reptiles. Por lo general a las personas se les transmite por medio de la ingesta de alimentos contaminados de origen animal (huevos, carne de porcino, aves de corral, leche) (OMS, 2018). En la mayoría de los casos que se presenta la enfermedad, no se producen síntomas graves y las personas se alivian sin tratamientos específicos; si se genera una deshidratación que debe ser tratada con la ingesta apropiada de agua.

En algunos casos se ha evidenciado que especies de *salmonella spp* pueden llegar a sobrevivir en la miel durante 34 días a 10ºC (Coll Cárdenas et al., 2008). No debe presentarse en ningún alimento, pues la ingesta de una baja proporción igualmente puede generar la enfermedad, por eso la norma para la miel de abejas exige que, en el análisis microbiológico el resultado sea de ausencia de esta bacteria.

Tabla 1-4 *Requisitos microbiológicos para miel de abejas establecidos por la norma*

Requisito	Miel de abejas (*Apis mellifera)*			
	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos, UFC/g	5	100	300	3
Recuento de coliformes en placa, UFC/g	5	100	10	1
Recuento de *E.coli,* UFC/g	5	<10	-	0
Detección de *Salmonella/ 25g*	5	ausencia	-	0
Recuento de hongos y levaduras, UFC/g	5	10	100	2

Fuente: ICONTEC, 2007

En donde:
n= número de muestras por examinar
m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M= índice máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M
c= número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M
< menor de

1.8 Buenas prácticas apícolas (BPAP)

En la sección 1.4 se describen las etapas características que se siguen para el beneficio o cosecha de la miel de abejas. Estas etapas involucran distintos riesgos que afectan potencialmente la calidad de las mieles, siendo de especial importancia la calidad higiénica. Las buenas prácticas apícolas son definidas como una serie de acciones involucradas en la actividad apícola que se llevan a cabo de manera continua y siguiendo unas directrices establecidas, que se recomiendan con el fin de evitar riesgos de contaminación física, química o biológica en los productos de la colmena asegurando la producción de alimentos inocuos, la protección del consumidor, el medio ambiente y los que trabajan en la obtención (Vásquez Romero et al., 2015).

Las recomendaciones en que se basó este estudio para revisar el estado actual de las prácticas que garantizan la calidad en la obtención de miel de abejas y que son las esperadas a seguir de parte de los apicultores y demás actores de la cadena productiva de las abejas y la apicultura se recopilan a continuación en la Tabla 1-5.

Tabla 1-5 *Recomendaciones esperadas a implementar de buenas prácticas apícolas*

Ubicación de los apiarios	- Lugar con disponibilidad de fuente de agua limpia cercana - Con abundancia de especies vegetales y florales alrededor - Instalación de barreras naturales o artificiales como lonas, mallas o polisombras -Distancia mayor a 2km de fuentes de contaminación, rellenos sanitaros, basureros o fabricas que generen contaminación. -Ubicarse a más de 200m de viviendas, galpones, escuelas y vías publicas - Ubicación a más de 1,5km respecto de otros apiarios - Espacio entre colmenas de 1,5-2m - Elevación de las colmenas respecto al suelo de 40-50cm - Posibilidad de ingreso de vehículos el para transporte - Identificar cada colmena con una marca o número legible
Infraestructura y materiales	- Todas las partes de la colmena en material natural y buen estado - Soportes de las colmenas de material duradero y que permitan la ventilación y el manejo debajo de la colmena. - Elementos de protección, overol con careta, botas, guantes de vaqueta y preferiblemente de color claro - Ahumador, cepillo, palanca, peine o tenedor, cuchillo de acero inoxidable.

	- Alzas, porta núcleos o recipiente con base y tapa para transporte de cuadros con miel. - Caneca, bandeja o cubeta en buen estado y limpia para depósito de restos de opérculo. - Centrifuga de acero inoxidable o plástico limpia y en buen estado. -Embudos de acero inoxidable o de material higiénico fácil de limpiar -Filtros de acero inoxidable, coladera plástica o toldos limpios y en buen estado - Cuñetes plásticos con tapa limpios y en buen estado - Envase de vidrio con tapa higienizados y en buen estado - Lugar limpio en buenas condiciones y sin fuentes de contaminación para el almacenamiento de materiales
Manejo de las colmenas	- Revisión periódica de las colmenas efectuando el mínimo ruido posible - Uso de humo de manera prudente sin excederse en su aplicación, evitando usar en su funcionamiento material tóxico como boñigas secas, aceites o gasolina. - Revisión de la población de abejas, enfermedades o plagas. - Realizar alimentación energética y proteica con productos inocuos a colmenas que lo necesitan o en época de baja disponibilidad de alimento - Recambio anual del 30% de las ceras en los panales - Cambio de la reina anualmente -Limpieza de las zonas aledañas al apiario y retiro de malezas alrededor de la colmena -Programa documentado al seguimiento de las diversas observaciones en las colmenas
Selección y transporte de cuadros	-Tomar cuadros solo si están completos en un 80% con miel operculada - Selección de cuadros sin presencia de cría o larvas en celdas abiertas o selladas - Retirar las abejas con un cepillo de los marcos con miel -Introducir los marcos en un recipiente limpio con base y tapa - Evitar el contacto directo con el suelo o superficie sucias de los cuadros y recipientes de transporte - Proteger el recipiente con los cuadros de posibles contaminaciones en el medio de transporte - Evitar el transporte de abejas al lugar de la extracción
Extracción	- Planta o lugar adaptado específicamente para realizar la obtención de la miel - Evitar el proceso de beneficio en días lluviosos y de alta humedad - El personal encargado del beneficio debe usar en el proceso delantal, guantes, tapabocas y cofia limpios - Utilizar peine o cuchillo limpio en acero inoxidable para separar el opérculo del alveolo. - Depositar los restos de cera en un recipiente limpio - Retirar con un peine pequeños restos remanentes de opérculo en el cuadro con miel. - Verificar el correcto funcionamiento de la centrifuga como su limpieza y desinfección antes de posicionar los cuadros - Realice la centrifugación a los cuadros con la tapa del equipo cerrada

	-Retorne los cuadros vacíos a su recipiente de transporte para devolver a la colmena. -Asegúrese de usar un elemento de filtración en buen estado y limpio -Hacer filtración antes de depositar la miel en el recipiente de almacenamiento -No realizar un calentamiento excesivo y mayor a 40ºC a la miel extraída
Procesos de manufactura	-Utilice canecas o cuñetes con tapa correctamente limpios y desinfectados para almacenar la miel. -Rotular los cuñetes o canecas con información del apiario, región de origen, empresa y fecha de cosecha -Asigne un numero o código de lote a cada extracción de miel por apiario. - Fraccione la miel en envases de vidrio o plástico con tapa de boca ancha y cierre hermético - Coloque etiqueta a sus productos con información del producto y apiario - Almacene los productos en un lugar cerrado que impida entrada de agua y luz solar, que permanezca fresco y ventilado.
Bioseguridad	- Antes del ingreso al apiario, lave y desinfecte correctamente las manos - Uso del overol completamente limpio -Guantes y botas blancas limpias exclusivas para la actividad - Evitar el ingreso al apiario con síntomas de enfermedad -Procedimiento de limpieza y desinfección para materiales y equipos usados en el manejo de la colmena - Zona del apiario señalizada indicando la presencia de abejas

Fuente: Adaptado de (ICA, 2023; ITSAP, 2014; Real Decreto 209/2002, 2002; Resolución 8390 de 2023, 2023; Vásquez Romero et al., 2021)

1.9 Contexto departamental y regional del Piedemonte de Casanare

Colombia es el país más biodiverso por kilómetro cuadrado, contando con 311 tipos de ecosistemas, continentales y marinos, y con un 53% de territorio cubierto por diferentes tipos de bosques; además está en el cuarto puesto de la lista de países megadiversos con aproximadamente un 14% de la biodiversidad total mundial (Cancillería, 2023). Esta riqueza natural y biológica representa una ventaja para el desarrollo económico y social del país.

El territorio de Colombia se ha dividido en 6 macrorregiones, entre las cuales se encuentra la región de la Orinoquia. Esta se caracteriza por sus extensas sabanas de zona intertropical y bosques de galería, y es conocida también como la región de los llanos

orientales, representando el 30,4% (SIAC, 2021) del total del territorio nacional. A lo largo del extenso territorio de esta región se presentan una gran variabilidad espacial en las lluvias. En el extremo norte se registran cantidades que van desde 1.500 a 2.000 mm anuales (IDEAM, 2017), en esta zona norte se encuentra parte del departamento de Arauca y Vichada donde mayormente la topografía es de llanura. Por el contrario, a lo largo del piedemonte de la cordillera Oriental, la alta presencia orográfica genera los volúmenes más altos de la región, que van desde los 4.000 a 6.000 mm anuales. Durante el año, la lluvia en la región tiene un comportamiento del tipo monomodal, que se caracteriza por presentar una alta estacionalidad. En los meses de diciembre a marzo generalmente se registra una intensa sequía estacional y en los meses de abril a octubre se presentan constantemente las lluvias (IDEAM, 2017).

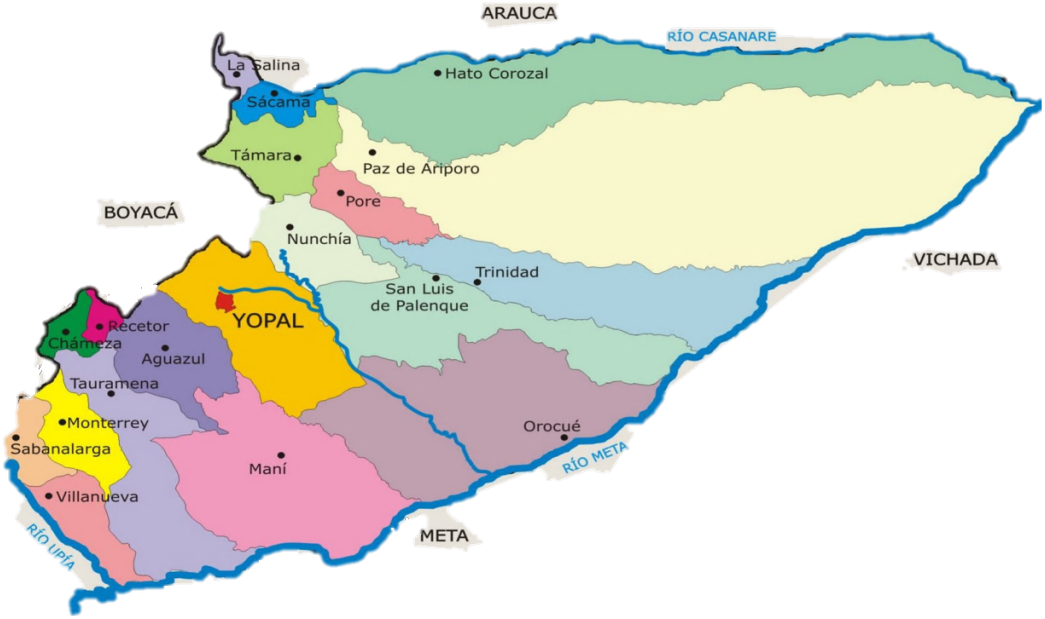
La Orinoquía es una región propicia para el desarrollo de la agricultura, sus condiciones de riqueza hídrica, suelos productivos, variedad de ecosistemas y gran biodiversidad favorecen el continuo crecimiento de las actividades agropecuarias y permiten que la región sea un potencial referente en desarrollo sostenible, donde se realicen las prácticas agropecuarias, pero protegiendo y conservando estos valiosos ecosistemas. La región de la Orinoquia se conforma por 4 departamentos: Meta, Casanare, Vichada y Arauca, distribuidos como se puede ver a continuación en la Figura 1-4.

Figura 1-4 Ubicación *región Orinoquia* y departamentos *que la conforman.*

Nota: *Tomado de (Biocarbono, 2023)*

El territorio del departamento del Casanare está constituido por una parte montañosa, el piedemonte llanero y la llanura aluvial. La altura promedio sobre el nivel del mar es de 350 metros, con una temperatura promedio de 26°C. La capital del departamento es la ciudad de Yopal y se distancia de Bogotá, la capital de Colombia, por 387 km(Gobernación de Casanare, 2019b) . El departamento cuenta con una extensión territorial de 44.640 km^2 con una población de 459.973 habitantes distribuidos en 19 municipios los cuales están divididos como se muestra en la Figura 1-5. Su población representa el 0,9% de la población total nacional (MINCIT, 2023), lo cual la hace una región con una relativamente baja densidad poblacional.

Figura 1-5 *División administrativa de los 19 municipios del departamento del Casanare.*

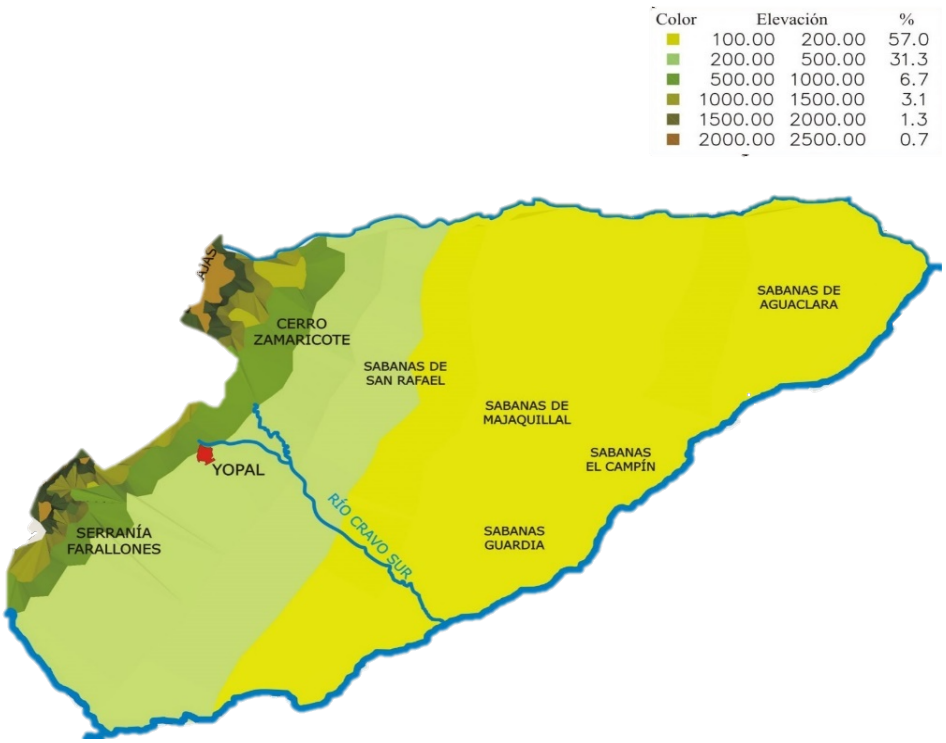


Nota: *Tomado de (SOGEOCOL, 2023)*

El Plan Departamental de Extensión Agropecuaria 2020-2023 (PDEA) (Gobernación de Casanare, 2020) presenta las subregiones de Casanare, que sigue una distribución del relieve del departamento. En esta distribución en el departamento, que se puede visualizar en la Figura 1-6, que indica que el territorio que tiene una elevación de 100 a 200 m s.n.m

es considerado la sabana inundable. El territorio que está entre los 200 a 500 m s.n.m se considera la altiplanicie. Desde los 500 a 1.000 m s.n.m está lo que se conoce como sabana. Desde los 1.000 a los 2.000 m s.n.m encuentra el piedemonte, que corresponde al 4,4% del territorio departamental, y es donde se encuentran ubicados los municipios cuya actividad apícola se buscó abordar en el presente trabajo. Por encima de los 2000 hasta los 2500 m s.n.m está la montaña.

Figura 1-6 *Conformación de la orografía del departamento del Casanare.*



Nota: Tomado de: (SOGEOCOL, 2023)

La economía de Casanare está basada principalmente en las actividades de la explotación petrolera, la producción ganadera y agrícola (Biocarbono.org, 2023). La producción agrícola principal en el departamento son los cultivos de arroz de riego, arroz secano mecanizado, palma africana, plátano, maíz tradicional, café y yuca.

Dado que el principal tipo de actividades realizadas en el departamento del Casanare son fuentes significativas en generación de una importante huella de carbono (la ganadería y la petrolera) se desarrollan proyectos y estrategias que buscan disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, como la estrategia “Colombia Baja en Carbono, Adaptada y

Resiliente" que tiene como meta reducir las emisiones GEI en un 51% para el año 2030 (MADS, 2021) , además se suma el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y el plan de desarrollo departamental "Es el Tiempo de Casanare: Productivo, Equitativo y Sostenible, 2020 - 2023" que promueven el crecimiento y generación de actividades económicas alternativas que sean más sostenibles y ayuden a contrarrestar el impacto ambiental.

Según lo describió Silva Garnica et al., 2006 la apicultura es una actividad productiva considerada amigable con el medio ambiente, ya que su desarrollo no produce un daño o deterioro significativo a la naturaleza, sino que contrariamente aporta con la conservación de la flora y la fauna, además se le atribuyen importantes beneficios en los agroecosistemas por su ayuda a la polinización y control biológico que hacen las abejas.

Es así entonces que se proyecta la cadena productiva de las abejas y la apicultura como una alternativa amigable con el medio ambiente para el desarrollo económico de la región. Desde el Gobierno nacional se promulgó la Ley 2193 de 2022, la cual enuncia en su objetivo específico: "establecer mecanismos para incentivar el fomento y el desarrollo de la apicultura y sus actividades complementarias, para lo cual se implementarán las políticas públicas y la ejecución de proyectos y programas que garanticen el fomento y la protección de la apicultura, su ambiente y desarrollo como componente estratégico para la protección y preservación de la biodiversidad, conservación agrícola y adaptación al cambio climático, en el territorio nacional"(ICA, 2023).

Las condiciones climáticas y geográficas de Colombia son propicias para el desarrollo de la apicultura (Chamorro et al., 2017; Ortega-Bonilla et al., 2021) en el departamento la apicultura está considerada por (Gobernación de Casanare, 2020) como una especie menor ocupando el puesto diez en la escala de priorización de las líneas productivas y resaltan que hay un potencial en la producción de miel.

Es como entonces para el año 2022 el Sistema General de Regalías aprobó la financiación del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*", liderado por la Universidad Nacional de Colombia, en el cual se enfocan en el desarrollo

de la apicultura en cuatro municipios ubicados en el piedemonte llanero (Chámeza,Yopal, Sácama, La Salina) y de los cuales se presentan algunos aspectos.

1.9.1 Chámeza

El municipio de Chámeza hace parte de la región de la Orinoquia en estribaciones de la cordillera oriental y se ubica al sur occidente en el departamento de Casanare, está a una altura sobre el nivel del mar promedio de 1.100 m.s.n.m. (Gobernación de Casanare, 2019b) posee una franja altitudinal que está entre 2000 y 3000 m.s.n.m. con temperaturas promedio entre 12°C y 18 °C mientras otra franja altitudinal (las partes medias y bajas) se encuentran entre 1000 y 2000 m.s.n.m. con temperatura promedio de 18 a 24°C (IGAC, 2021). El municipio está conformado por 16 veredas y cinco barrios(Alcaldía de Chámeza, 2018). Los datos del Censo del DANE de 2018 indican que la población total estimada para el año 2022 es de 2.676 habitantes, de los cuales 1.622 se encuentran en la cabecera y 1.054 en el área rural.

En cuanto a la participación por sectores económicos para el 2019, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural reporta que para la producción agrícola hay 165 hectáreas en cultivos permanentes, destacando el lulo con (123 ha) y plátano (12 ha); 131 hectáreas en cultivos transitorios, donde predomina el maíz (131 ha); 55 hectáreas en cultivos anuales, entre ellos yuca (43 ha) y malanga (6 ha). (Gobernación de Casanare, 2020).

El municipio de Chámeza ha enfrentado a lo largo de su historia conflictos políticos y sociales que afectaron el desarrollo normal de sus actividades (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2020) debido a estas irrupciones el desarrollo agrícola y agropecuario del municipio fue frenado y es recientemente que sus procesos han podido llevarse con continuidad. La apicultura entonces es una actividad establecida muy recientemente según el plan departamental de extensión agropecuaria (PDEA, 2020-2023) se asegura que, en el municipio, para el año 2019, se contaba con 280 colmenas y 2 granjas de miel.

1.9.2 Yopal

Yopal es la cabecera municipal y capital del departamento de Casanare, está ubicado en el piedemonte de la cordillera Oriental, su topografía hace que se presenten tres pisos térmicos en el municipio, cuyas áreas son: cálido 1.906 Km², Medio 106 Km² y Frio 25 Km²

(Alcaldía de Yopal, 2019), la cabecera municipal se encuentra a 355 m.s.n.m., cuenta con 93 veredas y con diez corregimientos.

Según lo describe la Gobernación de Casanare, 2019 a Yopal lo recorren los ríos Cravo Sur, Charte y Tocaría, entre numerosos ríos menos caudalosos. La humedad relativa promedio anual que se presenta es del 75% y en promedio la temperatura anual es de 26,3°C siendo el mes de marzo donde se presenta mayor temperatura y el mes de julio el de menor. La precipitación media anual es de 2.301 mm y se distribuye en un régimen monomodal asociado a la Zona de Convergencia Intertropical que se presenta entre los meses de abril a noviembre, siendo mayo el mes más lluvioso (IGAC, 2021). Con base en los datos del Censo Nacional de 2018, la población total estimada para el año 2022 es de 180.513 habitantes, de los cuales 155.478 se encuentran en la cabecera y 25.035 en el área rural.

Asimismo para la participación por sectores económicos en el 2019, según se describe en el diccionario geográfico de Colombia del IGAC (2021) el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural reporto la actividad agrícola de 1.495 hectáreas en cultivos permanentes, dentro de los que se destacan palma de aceite (660 ha) y plátano (300 ha); 11.135 hectáreas en cultivos transitorios, entre ellos arroz (10.361 ha) y maíz (340 ha); 250 hectáreas en cultivos anuales, donde predomina la yuca (250 ha). En cuanto a accesibilidad, la ciudad se une por carretera con la mayoría de los municipios del departamento, y a través de la transversal Aguazul - Pajarito – Sogamoso con el centro del país, específicamente con el departamento de Boyacá.
Para el municipio de Yopal las cifras de la apicultura según el PDEA, 2020-2023 aseguran que en el municipio para el año 2019 se contaban con 124 colmenas y 12 granjas de miel que hace referencia a los núcleos apícolas productivos.

1.9.3 La Salina

La Salina es un municipio que se ubica al norte del departamento de Casanare, entre la zona montaña del piedemonte, en su territorio se cuenta con dos pisos térmicos: frio y medio, la cabecera municipal se sitúa sobre los 1.400 m s.n.m. aunque algunas de las zonas rurales presentan alturas entre los 1600 y 4200 m s.n.m., su temperatura anual

promedio es de 21°C, en el mes de mayo se presentan las mayores temperaturas y en enero las más bajas, se conecta con los municipios del departamento de Boyacá de Chita y el Cocuy por una distancia entre 40 y 50 km (Alcaldía de La Salina, 2019). El municipio de La Salina comprende ocho veredas y cinco barrios. Recorren el territorio los ríos Negro y Casanare. De manera interesante, en su jurisdicción se encuentra parte del Parque Nacional Natural El Cocuy (IGAC, 2021).

La economía en el municipio según lo reporta el diccionario geográfico de Colombia IGAC (2021) es principalmente la realizada por el campesino como medio de subsistencia, basada en la actividad agrícola y ganadera, explotación maderera en mínimas cantidades y minera. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural la actividad agrícola para el 2019 reporta 142 hectáreas en cultivos permanentes, dentro de los que se destacan plátano (69 ha) y caña panelera (31 ha); 60 hectáreas en cultivos transitorios, entre ellos maíz (24 ha) y fríjol (15 ha).

La apicultura en este municipio ha sido una actividad practicada recientemente y que continúa en desarrollo; en el año 2019 en el municipio se contaba con 130 colmenas y 2 granjas de miel (Gobernación de Casanare, 2020).

1.9.4 Sácama

Sácama, al igual que Chámeza, es un asentamiento de origen indígena de la época prehispánica. Estaba habitado por lo indígenas *rubacates*, de la nación U'wa (también conocidos como tunebos) y sus primeros indicios datan del año de 1524. Fue corregimiento hasta 1953, año en que fue elevado a la categoría de municipio y hoy en día está constituido por ocho veredas, dos resguardos y dos barrios.

Al igual que La Salina su ubicación geográfica está al norte del departamento y dista a unos 195 km de Yopal. Su territorio tiene una extensión de 291 km^2 y su superficie quebrada se incrusta en la cordillera oriental en el piedemonte. La cabecera municipal se localiza sobre los 1.250 m s.n.m, pero parte de su territorio está ubicado en alturas mayores (hacia la cordillera) y menores (hacia la sabana). En Sácama principalmente se presentan los climas fríos y medios, con una temperatura media anual de 21°C siendo comúnmente febrero el mes con mayor temperatura y en julio la más bajas. Limita al norte con La Salina

(Casanare) y Tame (Arauca), al este con Hato Corozal (Casanare), al sur con Támara (Casanare) y al oeste con Chita (Boyacá).

Al municipio de Sácama lo recorren los ríos Casanare y Sácama, además de variadas fuentes hídricas (Alcaldía de Sácama, 2022). La precipitación media anual es de 2.874 mm, la cual está asociada a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y se distribuye en un régimen monomodal que se extiende entre los meses de abril a noviembre, siendo mayo, julio y agosto los meses más lluviosos(IGAC, 2021). Con base en los datos del Censo 2018, la población total estimada para el año 2022 es de 2.091 habitantes, de los cuales 1.104 se encuentran en la cabecera y 987 en el área rural. En su territorio se ubica el resguardo indígena Chaparral y Barronegro. En cuanto a la participación por sectores económicos para el 2019, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural reporta como la principal actividad económica de la población a la actividad agrícola, que se basa en los cultivos de café (196ha), aguacate (23 ha), maíz (19 ha), yuca (5 ha), arracacha (17 ha), plátano, banano, ahuyama y frijol pues sus suelos son ricos en fosforo y diversos minerales. Igualmente tiene minas de sal y yacimientos de carbón (IGAC, 2021).

Según los datos reportados por (Gobernación de Casanare, 2020) la apicultura como especie menor contaba para el 2019 con una instalación de 60 colmenas y 10 granjas de miel.

2. Evaluación diagnóstica de las prácticas de apicultura en la obtención de miel en el piedemonte de Casanare

Con el objetivo de generar estrategias asertivas para la mejora de la calidad en los procesos productivos de obtención de miel de abejas en un territorio determinado, se hace indispensable realizar un diagnóstico sobre la situación actual de los aspectos más relevantes de las prácticas apícolas. Este tipo de diagnósticos permiten tener una línea base en el tiempo de puntos clave que impactan la calidad de la miel como producto, incluyendo el estado de los apiarios, la idoneidad de los procedimientos de beneficio y los materiales de trabajo, además de otros aspectos inherentes a los procesos productivos apícolas. Un diagnóstico de esta índole exige una revisión comparativa respecto a las recomendaciones de las normas nacionales, o que apliquen en el territorio, relacionadas con la fabricación de alimentos, así como de manuales o guías para el aseguramiento de calidad específicos, como lo son las buenas prácticas de manufactura (Resolución 2674 de 2013, Ministerio de Salud y Protección Social) y las buenas prácticas apícolas (ITSAP, 2014; Resolución 8390 de 2023; Vásquez Romero et al., 2021) para el proceso de producción de miel de abejas.

En esta parte del presente trabajo se realizó el diagnóstico de las prácticas de apicultura para la obtención de miel de abejas en el piedemonte de Casanare. En ese análisis se buscó identificar las debilidades y fortalezas, como también las oportunidades de mejora en los núcleos productivos. Para lograr hacer está identificación se recuperó información de encuestas hechas por el grupo de trabajo del componente de asociatividad del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*", enfocadas en realizar un diagnóstico de la asociatividad de los apicultores en el piedemonte. A partir de esa información y de censos previos realizados en el mismo proyecto, se diseñó una

encuesta enfocada en recopilar información sobre las prácticas de los apicultores en el proceso productivo de obtención de la miel y se hizo un acompañamiento por medio de visitas *in situ*. Estas encuestas fueron enviadas a los apicultores de cuatro municipios del piedemonte (Yopal, Chámeza, Sácama y La Salina), lográndose la participación de 34 apicultores. La información se recopiló y organizó y se diseñó una herramienta para evaluar, a partir de estos datos, a cada núcleo productivo en términos del grado de cumplimiento de las normas de calidad y buenas prácticas apícolas. Los resultados permitieron visualizar fortalezas y oportunidades de mejora en algunos procedimientos.

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Diseño de la encuesta

Para la compilación de información sobre el estado actual de las prácticas apícolas seguidas por apicultores del piedemonte de Casanare, se diseñó e implementó una encuesta para ser diligenciada de manera autónoma como formulario en línea, utilizando como herramienta de software Microsoft Forms (Microsoft, Estados Unidos).

En la primera parte de la encuesta (encabezado) se describió el protocolo sobre consentimiento informado, es decir, antes de las preguntas se dejó saber al apicultor o encuestado (i) el objetivo de la investigación y la encuesta, (ii) que el uso de sus datos se circunscribe a un fin investigativo y (iii) que se utilizará el principio de reserva estadística, donde su identidad será anónima y la información estudiada de manera conjunta, además se explicitó la voluntariedad de participación. Después, se solicitó la autorización para el tratamiento de datos.

Luego, en una parte subsiguiente, se incluyeron preguntas enfocadas a la recolección de datos generales sobre el apiario y su ubicación geopolítica (municipio, vereda, finca) y su proximidad a fuentes hídricas, lugares públicos de congregación y vías de acceso, así como sobre la cercanía identificada a posibles fuentes de contaminación. Posteriormente, en la encuesta se enunciaron preguntas orientadas a conocer los aspectos propios del proceso productivo de obtención de miel. La mayoría de estas preguntas se basaron en

las recomendaciones de guías de buenas prácticas apícolas nacionales e internacionales a lo largo del proceso productivo de obtención de la miel de abejas, más específicamente de las guías: Guía para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura y otros polinizadores, 2023, ICA. Resolución 8390 de 2023, ICA (Colombia); Manual de buenas prácticas en alimentación de abejas: un aporte a la calidad de miel, 2022, INTA (Argentina); Guide des bonnes pratiques apicoles, 2014, ITSAP (Francia) y Guide des bonnes pratiques apicoles, 2009 (Bélgica). En esta parte de la encuesta, las preguntas estuvieron divididas conceptualmente en tres componentes:

- Herramientas, equipos y materiales/utensilios auxiliares.
- Mantenimiento y manejo del apiario, operaciones de selección, colecta y transporte de cuadros.
- Beneficio o cosecha de la miel y almacenamiento.

En suma, la encuesta constó de un encabezado y un cuerpo, siendo este último constituido por una parte enfocada en localización y otra en prácticas productivas. Una versión preliminar fue mejorada a través de una visita de campo; en el Anexo A se muestra la encuesta completa en su versión definitiva aplicada, con sus respectivas preguntas.

2.1.2 Visitas *in situ*

A través de la coordinación con el grupo de trabajo del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*", se hizo una visita a tres unidades productivas del departamento, ubicadas en el municipio de Chámeza en el mes de febrero de 2023. Allí se realizó un seguimiento y acompañamiento a la cosecha y extracción de muestras de miel de abeja, se pudo evidenciar de forma presencial las practicas apícolas, y además se ensayó la aplicación de la encuesta *in situ* con la versión preliminar de la misma. En general estas visitas permitieron tener una visión más clara y personal del contexto cultural, geográfico, social y su influencia en las prácticas de la apicultura.

2.1.3 Aplicación de las encuestas

En las visitas se identificó que aplicar la encuesta uno a uno de forma presencial a un número representativo de los apicultores del piedemonte de Casanare conllevaba dificultades logísticas, técnicas y económicas más allá del alcance del presente trabajo, se decidió que la aplicación de las encuestas se haría en línea y de forma remota y, en los casos en que fuese necesaria, guiada. Para esto, se recopiló un directorio de apicultores de los cuatro municipios del piedemonte, gracias a información recolectada por el grupo de trabajo del componente de asociatividad del proyecto sobre apicultores en las organizaciones apícolas de la región. Además, se compartió un enlace web a través de distintos canales a los apicultores, para facilitar que en cuanto se contase con un acceso a navegación web en sus dispositivos móviles, participaran de forma voluntaria en la encuesta.

Las tres primeras encuestas se hicieron en las visitas a los tres (3) apicultores de Chámeza (sección 2.1.2). Luego, con la información del directorio telefónico se contactaron de forma telefónica a un total de 40 apicultores. Se inició la llamada telefónica con una breve presentación y la constatación del conocimiento previo del proyecto, y posteriormente, se dio a conocer el objetivo de la encuesta, indagando amablemente sobre la voluntad de participación en la misma y sobre la forma preferida, dando dos opciones: preguntas realizadas telefónicamente (en cuyo caso el encuestador fue diligenciando la encuesta en línea) o a través del envío del enlace web. En una primera fase (febrero a mayo de 2023), tres (3) apicultores optaron por la realización de la encuesta de forma telefónica y 16 participaron en la encuesta a través del enlace, autónomamente, para un total de 22 encuestas. En una segunda fase, gracias a la visita de representantes de las comunidades y asociaciones en los meses de agosto a octubre de 2023, se logró aumentar el número de encuestas (con la segunda opción) a 34 apicultores de los distintos municipios del piedemonte. La información recolectada fue almacenada en un archivo de Office Excel (Microsoft, Estados Unidos). Los apicultores participantes en la encuesta se distribuyeron por su municipio como se muestra en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1 *Distribución de encuestas realizadas en el piedemonte*

Municipio	Numero de encuestas
Yopal	12
La Salina	8
Sácama	5
Chámeza	9

Con la información recogida por el grupo de trabajo del componente de asociatividad del proyecto y la recolectada en este trabajo sobre las prácticas en los procesos de obtención de productos apícolas, se hizo una revisión conjunta y, posteriormente, se complementaron y resumieron las observaciones y hallazgos respecto a las prácticas apícolas en la región del piedemonte del Casanare, siguiendo un enfoque cualitativo.

2.2 Resultados

2.2.1 Características generales de vegetación y cultivos conexos en núcleos productivos apícolas del piedemonte de Casanare

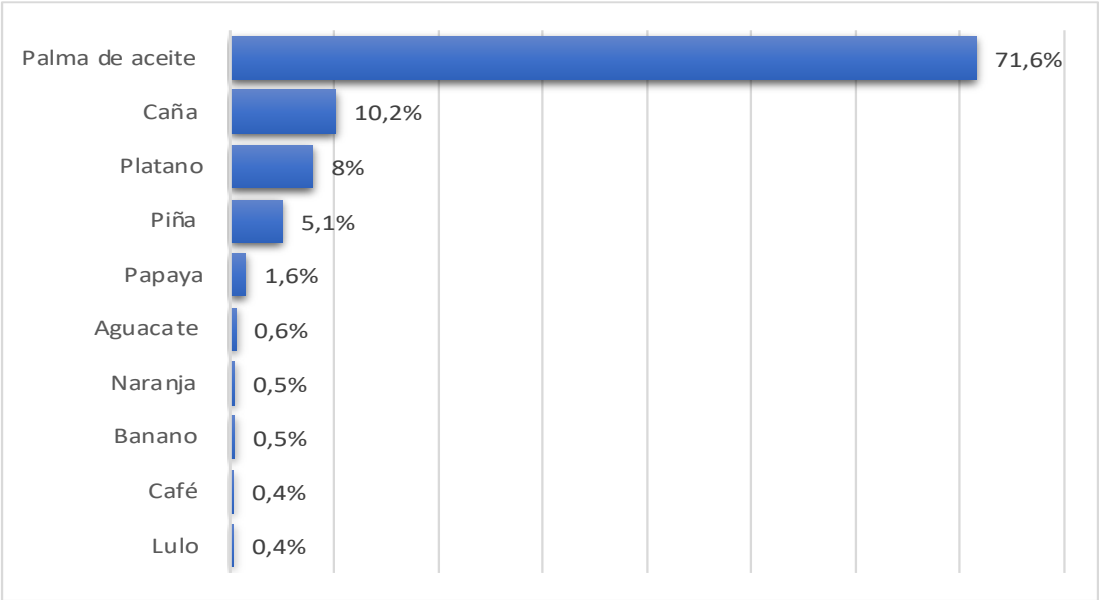
En el diagnóstico de las organizaciones apícolas de los municipios de Chámeza, Yopal, La Salina y Sácama, realizado por el equipo técnico del componente de asociatividad del proyecto "*Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*", ellos encontraron que, en estos territorios, la agricultura se realiza en predios o fincas con extensiones menores a las 10 hectáreas. Solo un apicultor en una de las asociaciones afirmó trabajar en predios con áreas mayores. Según ese diagnóstico, el cultivo que más se presenta en los municipios del piedemonte es el del café, lo cual concuerda con los resultados de las encuestas realizadas en este trabajo, pues como se ve en la Figura 2-1, que muestra las especies que se encuentran en la(s) finca(s) en inmediaciones del apiario, este cultivo apareció con una frecuencia del 47%. Le siguen diferentes cultivos frutales, con frecuencia de 44%, siendo en su mayoría frutos cítricos, como la naranja y el limón. La caña de azúcar y el maíz están presentes alrededor de los apiarios en un 18% y 15% de frecuencia, respectivamente. El cultivo de aguacate solo se presentó en dos de los 34 apiarios

encuestados, siendo el tipo de cultivo agrícola con menor presencia. De forma interesante, de acuerdo con las encuestas en los alrededores del 41% de los apiarios de los apicultores del piedemonte, existen diversos tipos de vegetación natural y propia de cada ubicación como el bosque nativo de reserva natural, pastos y diversos tipos de árboles espontáneos.

Figura 2-1 *Principales especies vegetales alrededor de los apiarios en el piedemonte*

El resultado que se tuvo en la encuesta sobre el principal cultivo (café), contrasta con los cultivos principales presentes en el departamento del Casanare si se considera la totalidad del territorio, Figura 2-2, Figura 2-3, ya que en cultivo permanente es la palma de aceite el de mayor presencia (71,6%) y en cultivo transitorio es el arroz (93,4%), el café en la categoría de cultivo permanente en el departamento, representa apenas el 0,4% de presencia del total de cultivos. Los resultados de las encuestas sobre la presencia de cultivos que le siguen al café, es decir, los frutales (cítricos), tampoco concuerdan con los cultivos que principalmente se presentan en el departamento, el plátano (8,0%) y la piña (5,1%). Entre los cultivos que se encuentran en menor cantidad en los resultados, están la caña y el maíz, similarmente concuerdan con la información de los cultivos presentes en el departamento después de los más representativos, en cultivos permanentes, la caña (10,2%) y en cultivos transitorios, el maíz (4,7%).

Figura 2-2 Cultivos permanentes en Casanare



Fuente: Adaptado de (MICIT, 2023)

Figura 2-3 Cultivos transitorios en el Casanare

Fuente: Adaptado de (MICIT, 2023)

Esta es una tendencia normal para el departamento de forma global, pues la gran mayoría de esta región política se caracteriza por grandes y extensas llanuras que son propicias para esos cultivos, y subraya las características especiales de la subregión del Piedemonte, que corresponde al 4,4% de todo el territorio departamental, donde la altura

y las condiciones climáticas en cambio son ideales para el cultivo del café. Adicionalmente, permite prever que las mieles producidas en estos territorios tendrán un carácter multifloral con características diversas asociadas a una riqueza en la flora local.

2.2.2 Algunos aspectos de la organización de la apicultura como práctica productiva en el piedemonte de Casanare[3]

En el diagnóstico previamente mencionado que buscaba evaluar el grado de asociatividad de la cadena de las abejas y la apicultura de Casanare, se encontró que en la actualidad existen 3 asociaciones en el piedemonte del departamento: ASOAPICOR (La Salina) con 12 años de conformación al momento del estudio, ACAPIMOR (Yopal) con 6 años, ASOCNA (Chámeza), la cual es más reciente (menos de un año); en Sácama aún no se tiene la conformación de una organización asociativa. De estas organizaciones, el 100% de sus asociados consideran la apicultura como su actividad principal, mientras que en ASOAPICOR, el 90% consideran otras actividades productivas como principales.

Los apicultores de estos territorios cuentan con variadas trayectorias desde que iniciaron la actividad apícola. Desde apicultores recientes, con apenas medio año de haber emprendido en esta actividad, hasta los que llevan 10 años o más. En promedio, los apiarios de los municipios del piedemonte tienen una antigüedad de instalados de 3 años, al momento de realización del estudio.

El principal producto que obtienen los apicultores establecidos en la región del piedemonte en la actividad apícola es la miel de abejas; de hecho, el 100% de los encuestados pertenecientes a sus respectivas organizaciones afirmaron producir miel y comercializarla. En los resultados de las encuestas realizadas en este trabajo, se evidenció que en el año se realiza una a dos cosechas de miel de abejas en los núcleos productivos de la subregión del piedemonte. Esto está estrechamente relacionado con el clima y la disponibilidad de floración en la zona. Las encuestas coinciden con los resultados del diagnóstico previo, en

[3] Del documento "*Diagnóstico de las organizaciones apícolas del Proyecto "Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare*"; Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, 2023.

el sentido que, en este último se encontró que los meses de diciembre a marzo que son meses de pocas lluvias y verano, y a su vez están en concordancia con los datos meteorológicos del clima en el departamento que reporta el IDEAM (IDEAM, 2017): en el piedemonte de Casanare se presenta una época de sequía estacional que va desde los meses de diciembre hasta marzo, luego entre los meses de abril y noviembre inicia un periodo en el que incrementan las lluvias siendo particularmente intensas entre junio julio y agosto.

Es interesante anotar que en el año en que se realizó el estudio diagnóstico citado, se presentó un retraso en las fechas de cosecha, respecto a aquellas en las que normalmente se llevaría a cabo. Esto puede ser atribuido al cambio climático que se vive actualmente en el mundo. En particular, se alargó la temporada de lluvia al inicio de año 2023, restringiendo a las abejas a mantenerse dentro de la colmena y colectar poco néctar. Esto, según el diagnóstico previo, puede explicar en parte por qué pocos apicultores usan o siquiera establecen calendarios florales como guía por las distintas variaciones climáticas en los últimos años.

2.2.3 Características de los apiarios

Se buscó establecer, a través de la encuesta, las características del territorio, dónde se localizan y cómo están organizados los apiarios, además de distintas condiciones topográficas, ambientales y de acceso. A continuación, se muestran los principales hallazgos.

Altitud (m s.n.m.)

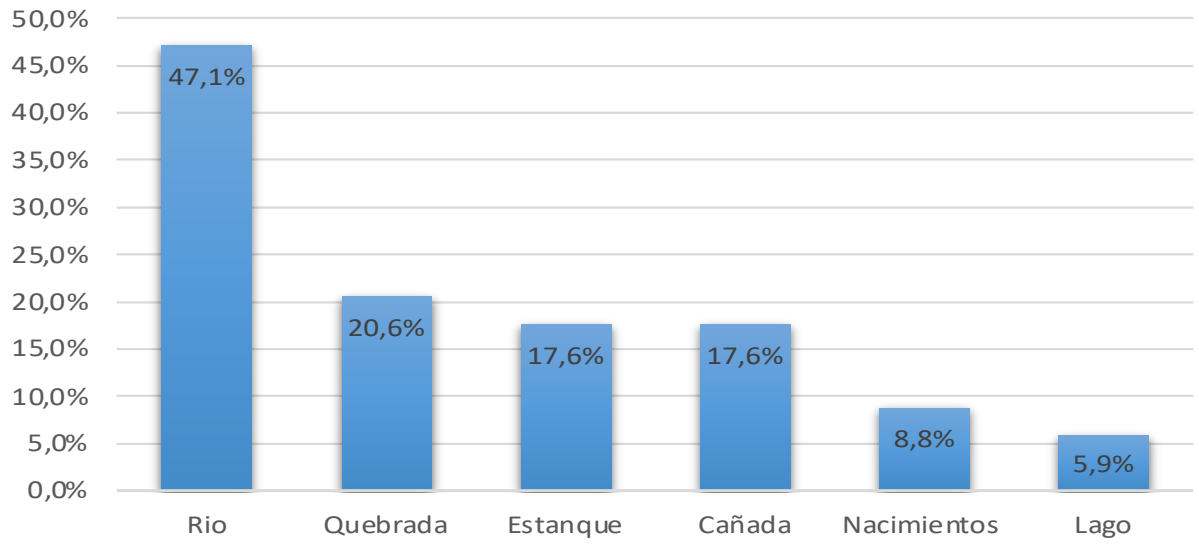
Los apiarios de la región del piedemonte, según los resultados en las encuestas, están ubicados a diferentes alturas sobre el nivel del mar, yendo desde los 450 m s.n.m. en la vereda El Morro (Yopal), hasta los 2400 m s.n.m. en la vereda mundo viejo (Chámeza), todos los apiarios ubicados en el municipio de Yopal se ubican por debajo de una altura de 900 msnm y en promedio tienden a tener una ubicación a 690 m s.n.m., diferenciándose de las localizaciones de los apiarios en los otros municipios donde la altura sobre el nivel del mar de los apiarios es muy variable. En promedio los apiarios del piedemonte están establecidos a una altura de 1250 msnm. Los apiarios en el municipio de la Salina se localizan en promedio a 1790 m s.n.m. y los del municipio de Sácama a 1300 m s.n.m. Lo

anterior concuerda con la descripción oficial del gobierno departamental (Gobernación de Casanare, 2020). Esta información indica que los apiarios encuestados, efectivamente se ubican en el piedemonte y adicionalmente permiten prever una gran variedad de condiciones edafoclimáticas y, por ende, de características fisicoquímicas de las mieles producidas, ya que además del recurso botánico (sección 2.2.1), la altitud puede afectar su composición (Sueliman et al., 2020).

Fuentes de agua

Se conoció que todos los núcleos productivos del piedemonte del Casanare encuestados cuentan con fuentes cercanas de agua limpia y disponible; los encuestados además afirmaron contar con diversas fuentes naturales dentro de su finca o en cercanías, esto puede verse a continuación en la Figura 2-4.

Figura 2-4 *Frecuencia de diferentes fuentes de agua alrededor de los apiarios del piedemonte de Casanare*



Principalmente se tiene presencia de ríos como fuente de agua en los apiarios del piedemonte del Casanare. Esto es un resultado esperado puesto que el departamento cuenta con un importante recurso hidrológico. En los territorios de Sácama y La Salina, por ejemplo, cruza el río Casanare; en alrededores del municipio de Yopal pasan los afluentes del río Charte y el río Cravo Sur, mientras que por los límites de Chámeza pasa el río Upía. Es de resaltar que todas las fuentes cercanas reportadas son de origen natural.

Temperatura

Los resultados recopilados con relación a la condición climática de los núcleos productivos en el piedemonte muestran que las temperaturas presenciadas según los encuestados van desde los 10ºC promedio hasta los 26ºC promedio, ubicando a estos centros productivos en un valor de 22ºC promedio, lo que corresponde con los datos de temperatura para esta zona del departamento que se reporta en (Gobernación de Casanare, 2020). Este es un factor importante en el procesamiento de la miel pues la temperatura afecta, además del recurso floral, aspectos como la tendencia natural de la miel a cristalizarse en almacenamiento (que será más alta a temperaturas más bajas) y la susceptibilidad de la miel a sufrir procesos fermentativos en caso de presencia de levaduras (que será más alta en temperaturas más altas). Dada la alta variedad de temperaturas en la zona estudiada, es de esperar que los apicultores del piedemonte de Casanare afronten distintos retos en estos aspectos.

Acceso

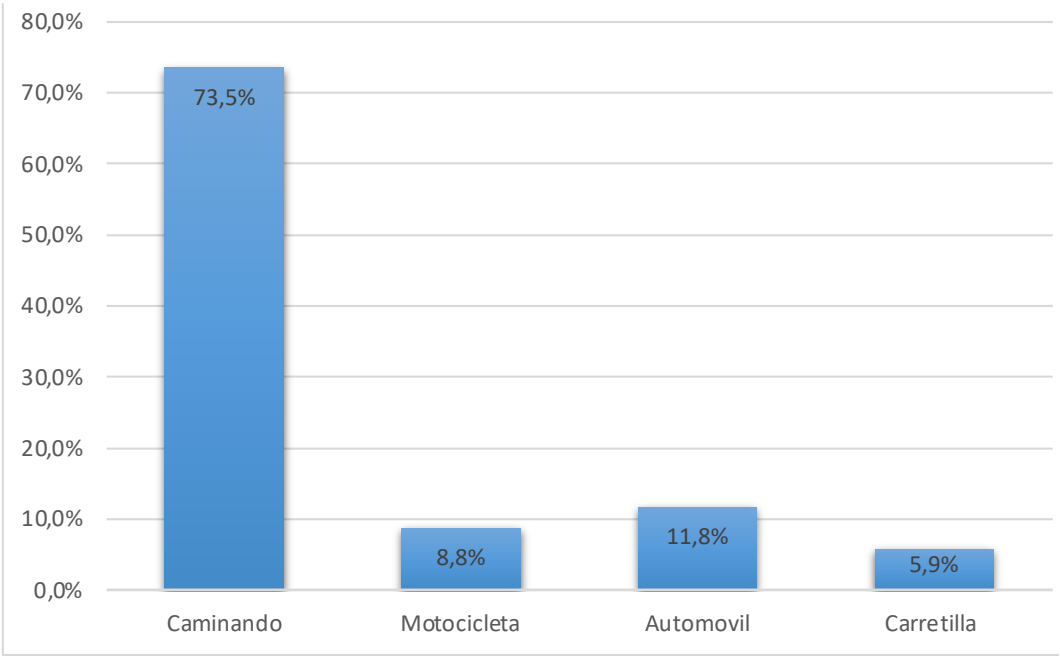
El departamento en general, y la región del piedemonte en particular, se caracterizan por contar con vías de acceso a las principales cabeceras municipales a través de carreteras pavimentadas en condiciones de mantenimiento variables. Sin embargo, después de salir de la zona urbana o los cascos municipales, en su mayoría las vías no son asfaltadas, lo cual constituye una dificultad para el transporte de las comunidades a ciertos lugares en cualquier tipo de vehículo. Es importante contar con la posibilidad de ingreso de un vehículo en cercanía al apiario donde están instaladas las colmenas, pues se requieren para el transporte tanto de los apicultores como de sus materiales y productos, lo cual a su vez es crítico para que se lleven a cabo las prácticas de manejo y cosecha de forma adecuada. Se indagó sobre la posibilidad de acceso a los apiarios en algún tipo de vehículo y los resultados de los encuestados fueron que en el 59% de los casos sí se puede acceder en algún tipo de vehículo y un 41%, no cuenta con acceso de algún vehículo a su apiario.

Medios de transporte

Para conocer más acerca de la forma en que los apicultores de la región transportan el material o cuadros recolectados, se preguntó por el medio de trasporte con el cual se

desplazan desde el lugar de las colmenas hasta la planta o lugar de extracción. Se encontró (Figura 2-5) que los productores de la región del piedemonte en su mayoría cargan manualmente el material desde el apiario al lugar de extracción, una situación que fue comprobada en las visitas de acompañamiento que se hizo a los núcleos productivos del municipio de Chámeza. Esto obedece principalmente a la topografía escarpada y variable de los lugares donde suelen estar ubicadas las colmenas. De hecho, la mayor parte de los encuestados manifestaron caminar, mientras que otros usan motocicleta y automóvil. Una menor proporción afirmó usar una carretilla para transportar material entre el apiario y el lugar de extracción.

Figura 2-5 *Porcentaje del uso de algún medio de transporte desde las colmenas al lugar de extracción y almacenamiento*



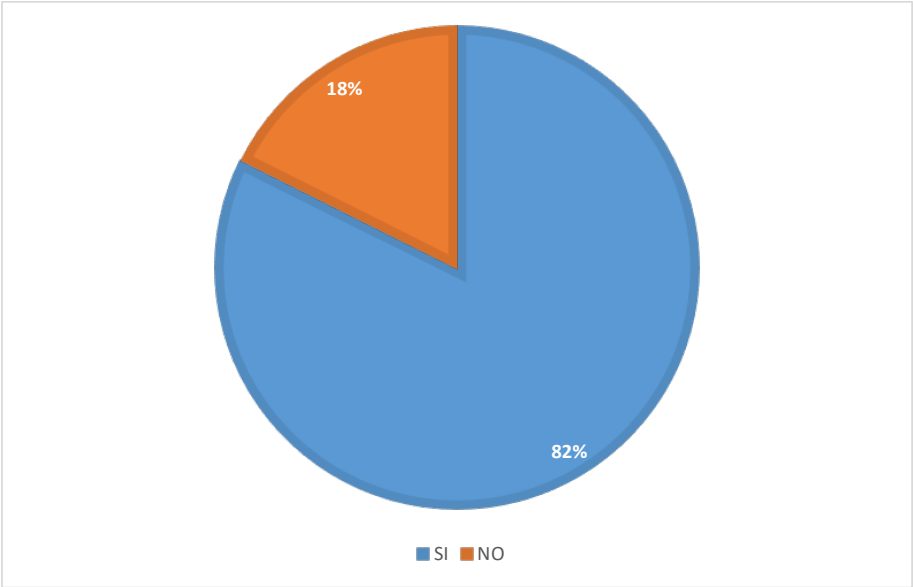
La manera como transportan los apicultores el material para el manejo y los cuadros de miel para el beneficio en la cosecha puede alterar la calidad de la miel ya que afecta la probabilidad de contaminación cruzada o ambiental durante el transporte. Además, el medio de transporte hace que varíen los riesgos de accidentes de trabajo de parte de los operarios o colaboradores en la unidad productiva; en particular, el cargado manual que sigue la gran mayoría de los apicultores encuestados puede constituir un riesgo laboral

considerable si hay un exceso de peso (más de 20 o 25 kg) de los materiales transportados, que van desde utensilios hasta el equipo de la centrifuga, además de constituir un aumento en los tiempos de trabajo y un factor potencialmente desincentivador.

Separación de apiarios

Es de suma importancia que los apiarios se ubiquen a distancias prudentes unos de otros. En general, se recomienda una distancia de al menos 3 km ((Resolución 8390 de 2023, 2023). Esto evita la competencia o traslape entre las abejas por la flora de la zona, situación que, de llegarse a presentar, podría derivar en la enjambrazón de las colonias. En la Figura 2-6 se observa el porcentaje de apicultores del piedemonte que si tienen ubicados sus apiarios a la distancia recomendada.

Figura 2-6 *Porcentaje de apicultores con apiarios correctamente separados de otros (>3 km).*



2.2.4 Características de las prácticas en el manejo de colmenas

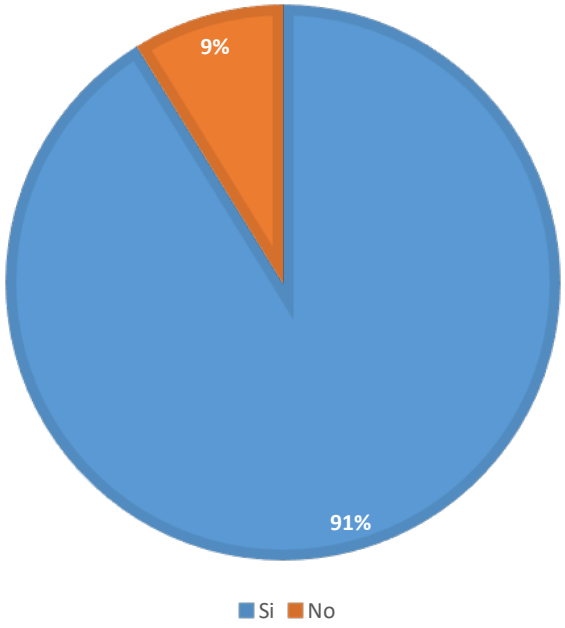
En la encuesta se indagó sobre aspectos asociados más directamente con las prácticas previas o paralelas al beneficio de la miel que se relacionan con el mantenimiento adecuado de las colmenas y los materiales auxiliares para su manejo. A continuación, se

presentan los hallazgos más relevantes en aspectos como la organización de los espacios de trabajo y las colmenas.

Espacio de trabajo

Las colmenas en el apiario deben contar con una distancia entre ellas de al menos 1,5 – 2 m con el fin de tener un espacio adecuado y no presentar dificultad cuando se va a realizar manejo en la colmena o cosecha (Resolución 8390 de 2023, 2023). Se recomienda aún más en abejas con un alto nivel defensivo donde es necesario evitar en lo posible el estrés o las perturbaciones (ICA, 2023). En el caso de los apicultores encuestados de la región del piedemonte se encontró que la gran mayoría presenta una ubicación adecuada para el trabajo de sus colmenas en el apiario. Así lo vemos en la Figura 2-7.

Figura 2-7 *Porcentaje de apicultores que mantienen separación adecuada entre colmenas (>1,5 m).*



Uso de ahumador

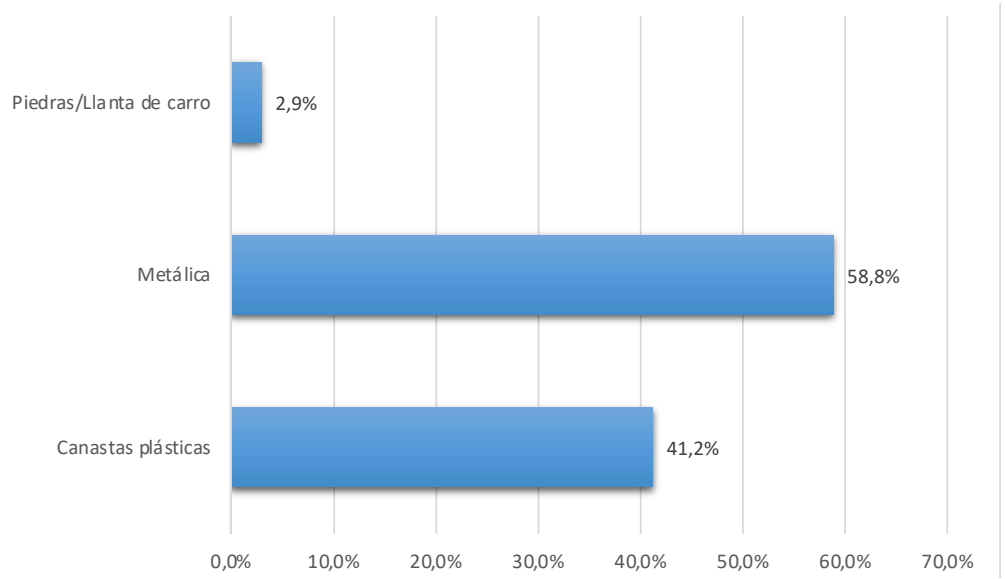
El ahumador es una de las herramientas importantes en la actividad de la apicultura en el país, su uso se hace necesario por el tipo de abeja con el que mayormente se trabaja (abeja africanizada), es una herramienta sencilla y difusa que ayuda a reducir el nivel

defensivo de las abejas cuando se realiza prácticas de manejo y cuando se va a cosechar, por lo tanto, hace que el riesgo sanitario que implica la picadura de abejas disminuya. En el estudio de los apiarios del piedemonte se indagó sobre su uso y si el material usado como combustible era el adecuado, en la mayoría de respuestas de los encuestados, el 100% afirmaron no usar materiales tóxicos o nocivos para la sanidad de las abejas, los materiales que usan para la generación del humo son de origen natural y que concuerdan con las especies o cultivos cercanos a los apiarios. Es de resaltar que por ejemplo en el municipio de La Salina el 100% de los apicultores utilizan las pepas de los árboles de eucalipto, en el municipio de Chámeza el 90% de los apicultores utilizan cascarilla o pasilla del café y en el municipio de Sácama un 60% escoge usar la tusa del maíz, los apicultores de Yopal principalmente usan la madera en diferentes formas. Es interesante conocer el uso de este tipo de material en los apiarios, pues si el humo es aplicado de una forma excesiva va a trasmitir aromas ahumados no muy deseados a las mieles, como también puede que se impregnen algunos de los aromas volátiles característicos de estos materiales, pudiendo ser identificados en los análisis sensoriales de los productos.

Bases de las colmenas

Se indagó sobre las características de las bases de las colmenas (los dispositivos que separan las colmenas del contacto directo con el suelo) que usan los apicultores en el piedemonte. Como se muestra en la Figura 2-8, el tipo de base que utiliza la mayoría de los apicultores de la región para las colmenas son metálicas; entre ellas están las bases de varilla de 4 partes y los tubos anti-hormigas. Un gran porcentaje de apicultores utilizan como bases para las colmenas, canastas plásticas usadas para el transporte de botellas de bebidas gaseosas y cerveza reutilizadas. Esta es una opción viable económicamente, sin embargo, su uso puede favorecer el crecimiento de vegetación espontánea (maleza) en su interior, dificultando a posteriori las tareas de manejo como el deshierbe y la limpieza justo debajo de la colmena. Esto a su vez puede promover una alta concentración de humedad y con ello la aparición de microorganismos o el asentamiento de insectos. Una minoría de encuestados afirmó suspender sus colmenas sobre piedras que se encuentran naturalmente en el suelo y llantas de carro. Es interesante notar que en el municipio de La Salina, el 88% de los apicultores afirman usar canastas plásticas y llantas de carro como base para sus colmenas, mientras que en el municipio de Yopal el 100% solo usan algún tipo de base metálica.

Figura 2-8 *Frecuencia del uso de distintos tipos de bases para colmenas*



Cualquiera sea el tipo de material u objeto, es importante que estas bases aporten una altura de distanciamiento desde el suelo a la colmena de unos 40 cm o más. De esa manera se evita la contaminación por contacto con el suelo y la entrada de insectos extraños al interior de la colmena. Si lo anterior se llega a dar, se puede ocasionar mortalidad en las abejas y/o pérdida de reservas de alimento.

Para los apicultores encuestados del piedemonte se evidencia que el 79% siguen está recomendación y en los casos en que no se cumple, esto se debe al uso de bases no apropiadas o que no garantizan una altura de más de 40 cm del suelo.

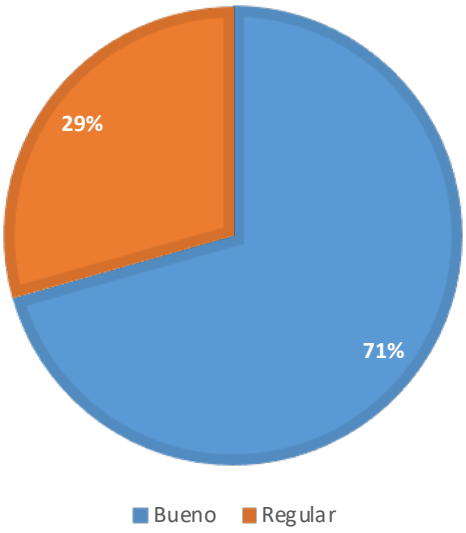
Estado de las colmenas y material relacionado con su manejo

La colmena es el lugar donde las abejas establecen su colonia y transforman el néctar recolectado en miel; es fundamental para las abejas y la miel que estén en buen estado ya que esto otorga seguridad y aislamiento de animales del exterior, de las condiciones climáticas como altas o bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias y alta humedad. Además, se espera que ninguno de los materiales utilizados afuera y dentro de la colmena

contenga sustancias nocivas para la sanidad de las abejas o que provoquen su intoxicación o muerte.

Se preguntó a los apicultores del piedemonte, de una manera intencionalmente general, en qué estado consideran que se encuentran los elementos que conforman la colmena, como lo son: techo, alzas, tapas, piquera, cámara de cría y cuadros, siendo las opciones *bueno* y *regular*. Las respuestas de las encuestas mostraron que gran parte de los apicultores considera que cuenta con colmenas en buen estado y una menor proporción considera que la condición de sus colmenas es regular, como se ilustra en la Figura 2-9. En las visitas que se llevaron a cabo en el municipio de Chámeza se evidenciaron en dos apiarios, colmenas y materiales de la colmena en buen estado, pero en el tercer apiario se notó un importante deterioro de las colmenas debido principalmente al descuido en el manejo del deshierbe alrededor y debajo de estas.

Figura 2-9 *Porcentaje de percepción del estado de las colmenas en el piedemonte*



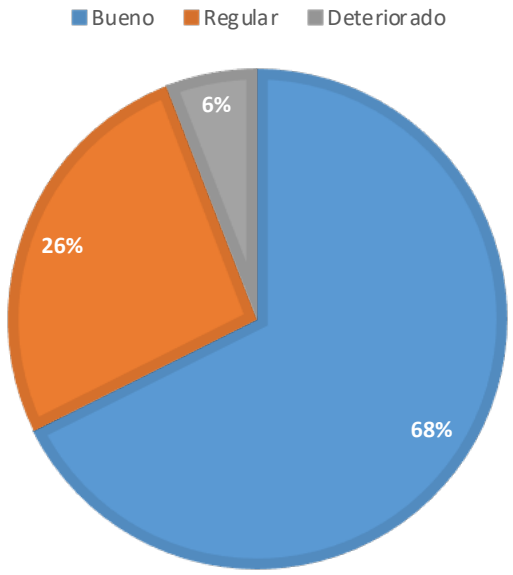
En particular, las colmenas contaban con presencia de vegetación frondosa que alcanzaba el exterior de la cámara de cría. Se notó que esta alta presencia de vegetación trasmitía humedad y existía una formación de mohos en las paredes de la colmena, lo que estaba encaminando la madera de la colmena a la pudrición. En otros casos, algunos apicultores manifestaron que debido a la falta de protección frente a la lluvia y humedad se agrietaban algunas colmenas, pero no las remplazaban puesto que las abejas tapaban las aberturas

con propóleo pudiendo continuar con su normal funcionamiento. Se considera por las observaciones entonces, que la percepción de los apicultores frente al estado de sus colmenas puede diferir entre ellos y respecto a lo que realmente, de acuerdo con las recomendaciones de BPAP puede considerarse como bueno, regular o deteriorado.

Para el manejo de las colmenas en el apiario es obligatorio el uso de elementos de protección para evitar accidentes por picaduras o por las herramientas y partes de la colmena. Se preguntó sobre el uso de implementos como las botas, guantes y overol con careta al realizar las distintas actividades en el apiario por parte de los apicultores de la región y en el 100% de los casos los encuestados aseguraron contar con y usar estos elementos en buen estado.

También se indagó si los apicultores poseen las herramientas básicas de trabajo para el manejo, es el caso del ahumador, cepillo, palanca o incluso *sujeta-cuadros*. Los apicultores del piedemonte afirmaron en un 100% contar con estos elementos de manejo. Esto es de esperarse, ya que son implementos sin los cuales efectivamente las operaciones de manejo y mantenimiento de colmenas no son factibles en primer lugar. Sin embargo, se quiso conocer la percepción que los mismos apicultores tienen sobre el estado general en el que estos se encuentran, ya que se evidenció en las visitas de acompañamiento en el territorio el deterioro en diferentes utensilios y accesorios, en uno de los tres apiarios visitados. Los porcentajes de las respuestas se muestran en la Figura 2-10. El resultado sobre este cuestionamiento mostró que más de la mitad de los apicultores afirmó que sus herramientas de manejo se encuentran en buen estado, mientras que cerca de una tercera parte percibe que sus materiales se encuentran en un estado regular y en una menor proporción de los apicultores encuestados aseguran que sus herramientas o materiales están en un estado deteriorado. Esto coincide con la observación en campo e indica que los apicultores en general son conscientes del estado de sus materiales y en algunos casos de la necesidad de contar con materiales en *mejor* estado, por lo que se hace necesario diseñar estrategias que promuevan la adquisición de nuevos materiales o, cuando sea posible, el mantenimiento de los mismos. O, en otras palabras, que el uso de materiales en estado no óptimo, no obedecería al desconocimiento de este hecho, sino posiblemente a la falta de acceso a recursos.

Figura 2-10 *Estado de los materiales para el manejo de colmena de los apicultores del piedemonte*



Para tener un correcto manejo de las colmenas y facilitar diversas tareas de seguimiento y registro continuo hasta la trazabilidad de los productos, se recomienda realizar una enumeración única sobre las colmenas, la cual debe ser legible y duradera. Para determinar si los apicultores de la región realizan está importante recomendación se estudiaron las respuestas en la encuesta y se evidenció que en el 43% de los apiarios, esta identificación no es realizada y el resto afirmó tener sus colmenas debidamente enumeradas. Esto coincide con la observación realizada en las visitas. Esta actividad no requiere muchos recursos o esfuerzos adicionales, por lo que sería posible a través de estrategias de comunicación o capacitación mejorar este aspecto.

Una característica que en los últimos años se ha venido implementando en el desarrollo de la actividad es el uso de barreras de protección artificial o natural alrededor del apiario. Se hace la recomendación de usar mallas, lonas, polisombras o cercas vivas de altura aproximada de 2 m a fin de mejorar la protección de la colmena y mantener alejados roedores, batracios u otros animales que puedan perjudicar las colmenas. El uso de este tipo de protección además reduce el distanciamiento recomendado frente a casas habitadas, vías públicas, escuelas o establos (que normalmente es de 300 m), pues las barreras obligan a las abejas a levantar el vuelo más rápidamente. Otro factor que reduce esas distancias, es cuando las colmenas están posicionadas en un terreno con desnivel

respecto a una horizontal de los sitios de cuidado, entonces, dependiendo de las características de localización de cada apiario, se establecen los distanciamientos que garantizan la seguridad y minimización del peligro frente a la defensividad de las abejas.
En más de la mitad de los productores encuestados de la región del piedemonte no se presenta el uso de estas barreras en sus apiarios, solo un 33% afirmó instalar este tipo de protecciones. La intervención en este sentido puede ser más compleja pues se requiere inversión locativa o el establecimiento de cercas vivas, sin embargo, el porcentaje de seguimiento de esta recomendación podría mejorar realizando también estrategias de comunicación y capacitación al respecto.

2.2.5 Características de la cosecha de miel de abeja

A través de la encuesta se recopiló información sobre los aspectos ligados directamente a las prácticas de beneficio de la miel. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes.

Materiales para la extracción

Los materiales para el procedimiento de extracción de la miel juegan un papel muy importante en el cumplimiento de buenas prácticas en el núcleo productivo, debido a que es en esta etapa de la cadena de producción donde se da el mayor contacto con la miel de forma directa. Se consultó a los apicultores si se usan los elementos de protección personal requeridos para el proceso, el estado y material de fabricación de los utensilios y los equipos con los que trabajan los apicultores en la obtención de la miel en la región del piedemonte de Casanare.

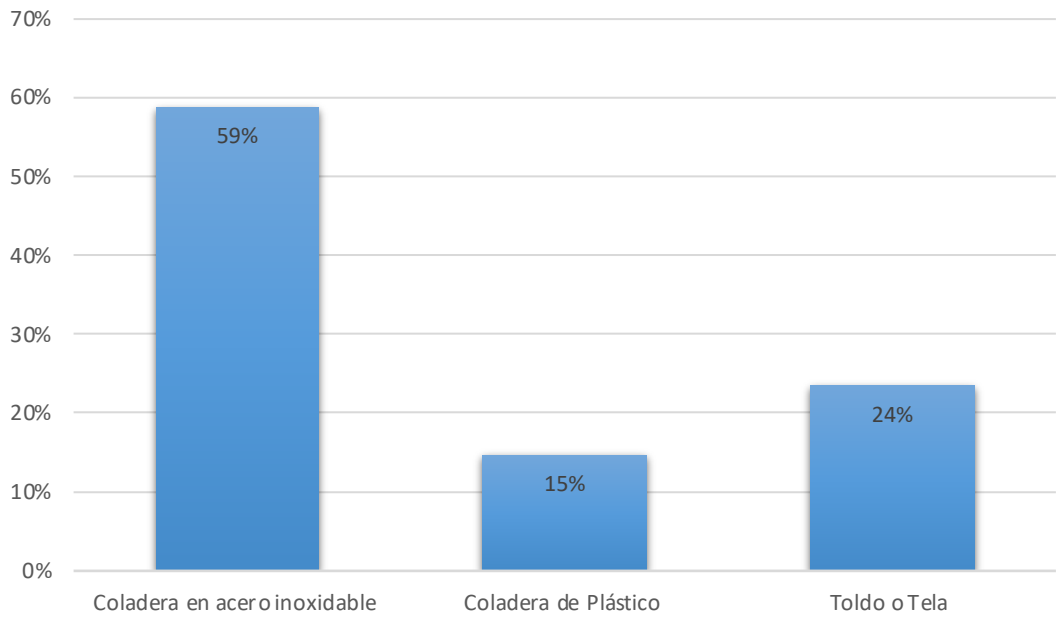
En primera medida se quiso conocer si los apicultores encuestados practicaban el uso de los elementos de protección (uniforme o delantal, guantes, cofia, tapabocas y botas) durante todo el proceso del beneficio de la miel. Favorablemente, se encontró que el 82% de los encuestados usan los elementos de protección y particularmente el porcentaje que dijo no hacerlo, corresponde solo a apicultores del municipio de la Salina. En las visitas de campo en el municipio de Chámeza se observó que en 2 de los 3 apiarios visitados los apicultores usaban, efectivamente, este tipo de implementos, mientras que en 1 de los 3 el uso fue parcial.

Se consultó a los apicultores del piedemonte si contaban con centrífuga propia hecha en material de fácil limpieza y durabilidad. Los resultados de la encuesta a los apicultores, señalan que un 47% (aproximadamente la mitad) de apicultores no cuentan con centrífuga fabricada en los materiales adecuados para entrar en contacto con la miel, que son acero inoxidable o plástico grado alimentario, y que disminuya los riesgos de contaminación en la miel. Esto indica que se deben implementar estrategias que mejoren el porcentaje de cumplimiento en el uso de estos equipos. El más simple de estos instrumentos con características adecuadas puede tener un costo variable alrededor de 1 millón de pesos colombianos (aprox. 200-205 USD), por lo que estrategias asociativas o colaborativas, como el alquiler o la realización de esta operación en centros o plantas de acopio.

También se consultó a los apicultores sobre el tipo y estado de la herramienta con la que se hace el retiro del opérculo de los cuadros de miel. El 100% de los apicultores encuestados afirmó usar un cuchillo, tenedor o peine en buen estado, lo cual coincide con la observación hecha en campo.

Otros aspectos consultados fueron los elementos de filtración y su respectivo estado. Para el tipo de filtro se preguntó acerca del material del que estaba fabricado y si se encontraba en buen estado. El filtro ayuda a retener posibles partículas gruesas presentes en la miel extraída por centrifugación como la cera o partes del cuerpo de la abeja que pueden desencadenar el deterioro de la miel y afectar la inocuidad del producto final. Los apicultores manifestaron usar distintos tipos de filtro de diferente material y resistencia. El porcentaje en el que se encontró el uso de cada uno se representa en la Figura 2-11. Para un 59% de los encuestados el colador de acero inoxidable es el que afirman usar, seguido de telas o lienzos y coladores de plástico. La correcta limpieza de los filtros es crítica, especialmente en el caso del uso de lienzos, toldos o telas, pues son muy fáciles de contaminar por restos de producto que quedan adheridos a sus superficies.

Figura 2-11 *Material empleado para filtrar la miel*



La práctica de usar toldos, telas o incluso el colador de plástico implica un aumento en los riesgos de contaminación de la miel. En general no se recomienda su uso, pero si se verifica esto, los apicultores deben seguir protocolos más estrictos y frecuentes de limpieza y desinfección diseñados para este tipo de materiales y seguir un plan para ello. Lo recomendable es que los apicultores del piedemonte migren al uso de coladeras de acero inoxidable, para lo cual, al igual que con la centrifugación y las demás operaciones que siguen de beneficio de miel las estrategias asociativas o colaborativas, como el alquiler o la realización de esta operación en centros o plantas de acopio son alternativas que deben incentivarse.

Selección de cuadros

En la selección de cuadros se deben tener en cuenta diferentes criterios para escoger los más idóneos a fin de lograr la extracción de miel de adecuada calidad. Entre estos criterios está el porcentaje de cubrimiento de la capa que cubre los alveolos lo que se conoce como “opérculo”. Si en el cuadro o marco se evidencia que el porcentaje está en el 75%-80% de completado, se considera que es viable seleccionar el cuadro para llevar a cabo la extracción. En caso contrario, no se recomienda iniciar el beneficio, pues puede indicar que la miel no ha completado su ciclo natural de conversión de néctar en miel y/o que su

humedad no se ha reducido lo suficientemente (a menos del 20%) y por lo tanto el producto sería más propenso a sufrir contaminación y fermentarse espontáneamente. Los apicultores respondieron a este cuestionamiento y el resultado puede considerarse positivo respecto al conocimiento e implementación de esta buena práctica, pues el 86% afirmó realizarlo siguiendo este criterio. El 14% al parecer no espera y escoge cuadros de menor cantidad de opérculo completado para cosechar. Es pertinente llevar a cabo capacitaciones en BPAP, especialmente a los apicultores que no siguen está práctica, debido a que una cosecha prematura de cuadros, que como se mencionó anteriormente se traduce en altos valores de humedad en la miel y un riesgo mayor de proliferación de microorganismos y fermentaciones, refleja un bajo nivel de apropiación de conocimiento técnico sobre apicultura en general.

Otro criterio que se recomienda para la selección adecuada de los cuadros de miel es verificar si hay presencia de huevos, larvas o cría en diferentes estadios de desarrollo dentro de los alveolos abiertos o sellados del panal. Si se seleccionan cuadros con esta condición, hay dos efectos negativos. Uno es respecto a la calidad higiénico sanitaria del producto, que ocurre un aumento de los niveles proteicos de la miel de abejas, que ayuda también con la proliferación de microorganismos. El otro es una posible afectación a la salud poblacional de la colonia asociado a la pérdida de crías. Los apicultores encuestados de la región del piedemonte, en gran porcentaje, aseguraron tener en cuenta este criterio para seleccionar los cuadros de miel (86%). Para el restante 14% que no sigue esta recomendación, caben las mismas consideraciones antes mencionadas.

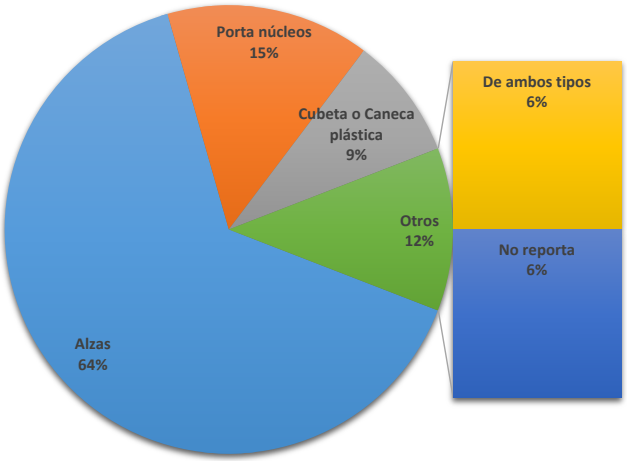
Colecta y transporte cuadros de miel

Para contar con un correcto proceso de extracción de la miel de abejas que garantice un producto inocuo y de buena calidad se deben seguir las recomendaciones de colecta y trasporte de los cuadros seleccionados. Las condiciones climáticas del día en que se hace la colecta de los cuadros, transporte y posterior cosecha fue consultada con los apicultores del piedemonte, favorablemente se encontró que el 100% escoge días donde el clima es mayormente soleado y bajo en humedad. Está practica reduce la absorción de humedad del ambiente en la miel.

En seguida de colectar el cuadro apropiado y antes de que el cuadro sea introducido en un recipiente limpio y aislado, hay que retirar con una sacudida fuerte y cepillo a las abejas

que aún están presentes en su superficie, para su posterior transporte al sitio de extracción. Todos los apicultores del piedemonte encuestados, dijeron llevar a cabo está practica evitando transportar abejas al sitio de extracción. El tipo de recipiente usado en esta actividad y el porcentaje de su uso por parte de los encuestados se muestra en la Figura 2-12. El 64% usa alzas o cajones de madera, el 15% utiliza porta núcleos, un 9% usa recipientes plásticos y existe algunos apicultores que utiliza de los dos tipos, tanto alzas como cubeta o caneca plástica, y en algunos casos el 6% de encuestados no reportan realizar esta práctica. Como se ha notado en el estudio de las características de los apiarios y prácticas de los apicultores del piedemonte, muchos procedimientos y actividades son realizadas fuertemente en función del recurso económico del que disponen, por esto mismo, esta actividad sigue un comportamiento similar, pues los apicultores optan por usar recipientes que utilizan para múltiples funciones y usos. En caso de usar materiales de las colmenas como las alzas y porta núcleos, se recomienda a los apicultores realizar una limpieza y desinfección con ayuda de un soplete, flameando cuidadosamente con la llama todas las paredes y superficies, así se eliminará ácaros, insectos, polillas, microorganismos u otras especies que pueden presentarse durante su almacenamiento. Para el caso de los recipientes plásticos como canecas, cubetas y cuñetes se les debe realizar su respectivo lavado y desinfección. De igual manera es recomendable que los recipientes sean de uso exclusivo para el transporte de los cuadros, cuenten con tapa y permanezcan limpios.

Figura 2-12 *Tipo de recipiente usado para el transporte de los cuadros.*

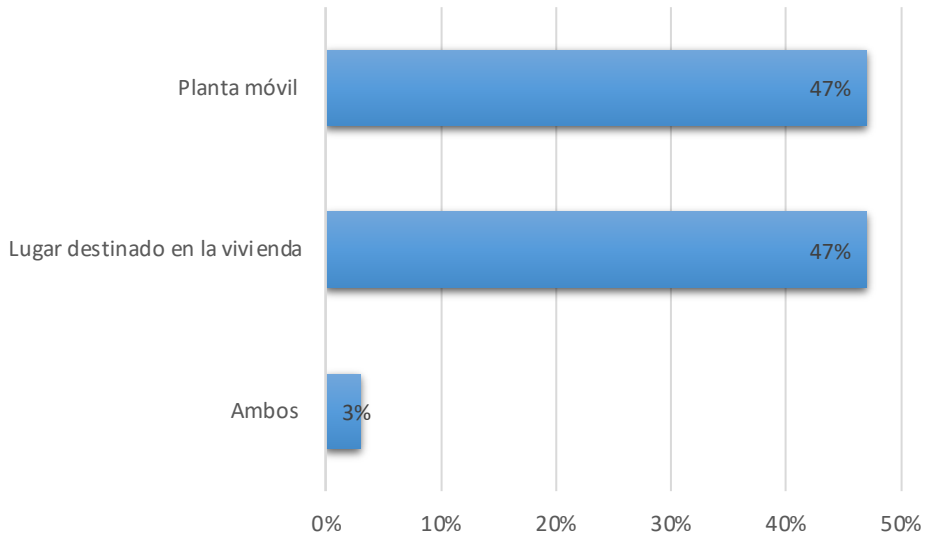


Como se pudo notar en la sección 2.2.3 los apicultores del piedemonte usan diferentes medios de transporte para mover sus materiales, es pertinente mencionar que el área donde se posicionen los recipientes en estos vehículos debe encontrarse limpia o contar con un aislamiento que impida el contacto directo con superficies sucias.

Sitio de extracción

El sitio en el que los apicultores realizan el beneficio o extracción de la miel, juega un papel importante sobre la calidad de los productos que se obtienen en la región, en parte por la contaminación que se presenta al tener contacto con posibles superficies sucias y por la falta de aislamiento adecuado de vectores de contaminación tales como el viento, la tierra del suelo, el agua y animales. En los resultados de la encuesta sobre el sitio donde los apicultores realizan este proceso, se encontró que un 47 % utilizan lo que se conoce como planta móvil, estas son carpas que cuentan con paredes en tela y cierres de cremalleras para aislarse de las abejas, por lo general se extienden cerca de los apiarios. Muchas de las plantas móviles que son usadas por los apicultores del piedemonte no cuentan con aislamiento del suelo, esto se evidencio en 2 de los apiarios del municipio de Chámeza donde se realizó visitas *in situ,* esto aumenta el riesgo de contaminación del material apícola al estar expuesto directamente a la suciedad del suelo. En el mismo porcentaje anterior, se dio el uso a un lugar en la vivienda, es decir, que un 47% de apicultores del piedemonte usan un área de su casa como sitio de extracción, cocina, patio, pasillo, solar etc. En menor cantidad están los apicultores que usan los dos tipos de espacios y otros que aún no hacían cosecha en las fechas en que se hizo el estudio. El porcentaje de uso de estos tipos de espacio se representa en la Figura 2-13 . Es de resaltar que en Colombia no existe una reglamentación vigente sobre las instalaciones para realizar la práctica de obtención de miel, siguiendo recomendaciones como las normas de Buenas Prácticas de Manufactura, de ahí que ninguno de los apicultores de la región realice los procedimientos de beneficio en una planta o instalación dedicada a ello.

Figura 2-13 *Tipo de lugar designado para la extracción de la miel.*



Los apicultores de la región del piedemonte buscan la practicidad a la hora de hacer la cosecha y establecen como prioridad la facilidad a la hora de hacer la extracción. Es necesario trasmitir a través de actividades de comunicación y capacitación que es igual o incluso más importante implementar áreas limpias y salubres, realizar tareas de limpieza y desinfección ya que así se disminuye el riesgo de contaminación y se obtienen productos inocuos y de calidad.

Desoperculado

Cuando los apicultores tienen listos los cuadros con miel en el sitio de extracción, proceden a realizar el retiro del opérculo de cera que cubre los alveolos llenos de miel. Este procedimiento se recomienda realizar de una manera cuidadosa evitando generar contaminación al producto y cuidando no afectar el panal de cada cuadro, para que, luego puedan ser devueltos a la colmena y reutilizarse sin inconveniente. Los materiales que usan los apicultores encuestados de la región para el retiro del opérculo es el cuchillo y tenedor o peine, que según la mayoría de los apicultores, sus materiales se encuentran en buen estado y limpios siempre que realizan el procedimiento. El desoperculado lo realizan normalmente sobre canecas o bandejas metálicas, salvo para unos casos en que se aseguró usar ollas o plantón plástico, se debe evaluar muy bien la limpieza y estado de

todos estos recipientes puesto que de su correcta higiene ayuda a minimizar el riesgo de contaminación de los productos.

Centrifugación

La centrifugación manual es el método por el cual la mayoría de los apicultores de la región del piedemonte extraen la miel de los cuadros, solo un 6% de los apicultores afirman extraer la miel por prensado manual, específicamente apicultores del municipio de La Salina. En la sección 2.2.5 donde se discutió acerca de los materiales para la extracción, se identificó que aproximadamente la mitad de los apicultores no cuentan con centrifuga, aun así, el resultado en la práctica de centrifugación 94% demuestra que, aunque hay una falta del material, los apicultores acuden a estrategias como el préstamo o alquiler, resolviendo la dificultad de hacer está actividad por prensado. Se debe trasmitir este tipo de alternativas, especialmente a los apicultores que aun llevan a cabo el prensado, debido a que su práctica implica más riesgos que alteran la inocuidad de la miel de abejas.

Filtración

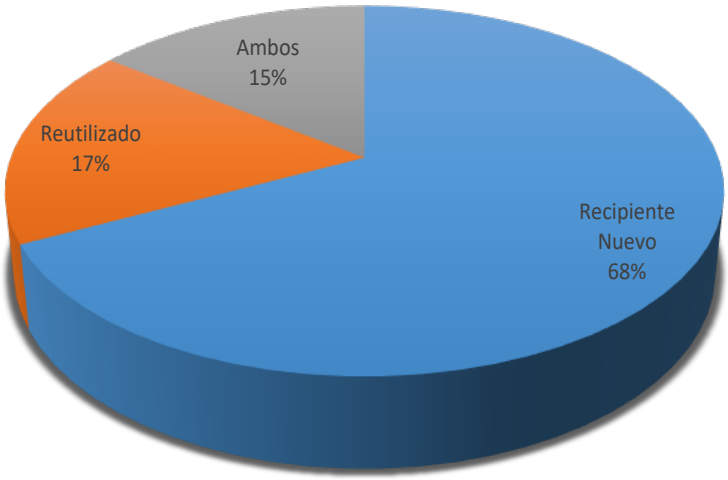
La filtración de la miel es un procedimiento que es recomendado realizar para disminuir el contenido de partículas como polen, cera, propóleo u otros componentes que son inherentes a la actividad apícola, inclusive en algunos casos se pueden presentar partes de las abejas como las alas o patas. Realizar la práctica de filtración antes de introducir la miel en envases limpios de almacenamiento, fue lo que se consultó en la encuesta los apicultores, también se preguntó si se le realiza algún tipo de calentamiento prolongado a la miel. Según las respuestas que consignaron los apicultores en las encuestas se pudo determinar que el 91% de ellos realizan filtración a su miel antes de almacenarla y el 97% aseguro que no le hace ningún tratamiento térmico o de calentamiento a la miel.

Almacenamiento

Para poder conservar la miel luego de su obtención es necesario realizar el almacenamiento correcto en apropiadas condiciones: lugar fresco, seco, ventilado, aislado de rayos directos del sol y de filtraciones de agua; como se ha dicho anteriormente, en estas actividades de la cosecha se presenta alta posibilidad de contacto directo de la miel con distintas superficies, por lo que se reitera que los envases en que se va a depositar y almacenar la miel deben estar completamente limpios y desinfectados, además de contar con un cierre hermético, estas buenas prácticas en el almacenamiento contribuyen a mantener la vida útil y la calidad de la miel de forma prolongada.

De manera complementaria se preguntó a los apicultores sobre el tipo de envases que acostumbran a usar, más precisamente si son envases nuevos o reutilizados. Sus respuestas se muestran en la Figura 2-14. El 68% de los apicultores encuestados afirmaron usar envases o recipientes nuevos, mientras que 17 % de los apicultores aseguro que reutiliza envases que ya tuvieron uso, específicamente bidones, canecas y cuñetes. Un 15% aseguraron hacer uso tanto de envases nuevos como también de usados. Desde distintos puntos de vista como el económico y ambiental, el uso de envases reutilizados es viable y adecuado. Se hace necesario utilizar estrategias de comunicación y transferencia de conocimiento para asegurar que los apicultores del piedemonte hagan el manejo adecuado de los envases usados, por ejemplo, por medio de la implementación de un protocolo de lavado y manejo de envases. Esto ayudaría al ahorro en los apiarios y reduciría el posible riesgo de contaminación en la miel.

Figura 2-14 *Estado del envase empleado para almacenamiento de la miel.*



Fraccionamiento

El fraccionamiento de la miel de abejas es realizado para comercializar el producto en diversas cantidades, presentaciones y precios. Se preguntó a los apicultores del piedemonte sobre los tipos de envases o frascos que acostumbran a usar al fraccionar la miel. En los resultados se vio que, para un poco más de la mitad de los apicultores del piedemonte 53% prefieren el uso de un frasco en material de vidrio con boca ancha, luego

le siguió en preferencia el frasco de material plástico con boca angosta, con 23 % de apicultores que lo usan; de forma interesante se identificó que este porcentaje lo componen solo apicultores del municipio de Yopal, donde el 92% de los apicultores de esta región optan por usar ese tipo de frasco. Algunos de los apicultores del piedemonte 18%, escogen hacer uso de los dos tipos de envases mencionados anteriormente. Otro tipo de envase que se ve comúnmente en la comercialización de la miel de abejas en Colombia, son los frascos de vidrio con boca angosta o botella, en ocasiones son envases vacíos que fueron utilizados en la distribución de bebidas alcohólicas como el aguardiente o el vino dulce y que son reutilizados. En los resultados solo un 6% de los apicultores del piedemonte afirmo usar este tipo de envases. De igual forma que todo instrumento, equipo o envase que entre en contacto directo con la miel, es necesario realizar y verificar la correcta limpieza y desinfección de los frascos, además es muy recomendable para asegurar la inocuidad y vida útil de la miel, realizar un procedimiento de esterilización para el caso de los frascos de vidrio, que soportan altas temperaturas. Está técnica se debe promover por medio de talleres prácticos donde se logre trasmitir a los apicultores el concepto e importancia de esta práctica.

Otra observación importante desde el punto de vista de la calidad en comodidad del producto, es que el uso de los frascos de cualquier material con boca angosta implica una dificultad en el servido, debido a que la mayoría de mieles naturalmente tienden a cristalizarse, cuando llega a ese estado se queda compactada en el frasco o botella y no es fácil de servir o tomar, obligando al consumidor a recurrir al calentamiento de la miel, procedimiento que afecta las propiedades y cualidades del producto si se llega a exceder la temperatura y tiempo adecuado.

Trazabilidad y registros

Una característica importante que se debe cumplir en la comercialización y distribución de productos es la capacidad de contar con suficiente información para poder realizar una trazabilidad a través de la cadena productiva hasta las etapas primarias u origen de fabricación, por esto mismo se indagó a los apicultores del piedemonte en aspectos como el registro de las actividades apícolas realizadas en el apiario y el seguimiento del comportamiento de las colmenas, como la cantidad de producción de miel en promedio. Los resultados que se obtuvieron en las encuestas muestran que el 62% de los apicultores

no llevan registros escritos o digitales con información, de manera particular se notó que el 100% de los apicultores del municipio de La Salina no llevan a cabo esta actividad.

En forma complementaria se preguntó a los apicultores del piedemonte si realizaban el rotulado de los frascos con información como el nombre del apiario, municipio o ciudad, empresa, región, contenido, fecha de colecta y cantidad. Se ve en los resultados de las encuestas que el 65% de apicultores del piedemonte no realizan un rotulado de sus productos, de igual manera que con los resultados de los registros, en su mayoría los apicultores del municipio de La Salina el 88% son los que menos llevan a cabo el rotulado. Realizar esta actividad permite llevar los procesos de gestión de las empresas de manera ordenada y también ayuda a mantener la calidad de los productos. Favorablemente, su implementación no conlleva gastos significativos para los apicultores, por lo que, a través de estrategias de comunicación para transferir este conocimiento, se lograría avanzar en un mayor porcentaje de implementación en los apiarios del piedemonte.

2.3 Conclusiones

En el Piedemonte Llanero del departamento de Casanare se verifica una actividad creciente y un interés territorial en la producción de miel de abejas *Apis mellifera* y otras actividades conexas, por lo que la crianza de abejas y la apicultura se presentan como potenciales alternativas productivas.

A través de encuestas realizadas a 34 apicultores de esta subregión y visitas in situ a tres unidades productivas, fue posible caracterizar los aspectos más relevantes de la actividad apícola y del estado de implementación de BPAP.

Respecto a las actividades agrícolas alrededor de los apiarios de la región del piedemonte el cultivo de café es aquel más presente. El hecho de que existan principalmente cultivos de café alrededor de los apiarios puede aprovecharse para generar mieles diferenciadas por este origen botánico, siendo este un potencial para generar valor. No obstante, las mieles de abejas de la región probablemente presentan características de mieles multiflorales, debido a la fuerte presencia de diversas especies vegetales en la región; es

necesario verificar el origen floral de las mieles con un análisis melisopalinológico para determinar la posible presencia de una especie en particular, lo que permitiría denominar a la miel de abejas por su origen floral.

En cuanto al desarrollo organizacional de la cadena, se encontró que existen organizaciones asociativas en los municipios de Chámeza, Yopal y La Salina, en promedio con poco tiempo de conformación y en el caso del municipio de Sácama, aún no está consolida formalmente una asociación. Aunque el tiempo de conformación de estas asociaciones es reciente, el resultado de su grado de consolidación, en el año 2023, para ACAPIMOR (Yopal) y ASOCMA (Chámeza) es que estas se encuentran *en desarrollo*; mientras que ASOAPICOR (La Salina) su evaluación de estado fue *precario*. Es recomendable que las asociaciones busquen apoyo constante a través de los proyectos que desarrollan los entes territoriales y nacionales en términos de fortalecimiento de tecnología y capacitación relacionada a la administración y manejo de una asociación.

En la mayoría de los apicultores de la región del piedemonte, se evidencia un buen conocimiento sobre el lugar adecuado para establecer los apiarios, pues comprenden e implementan las distancias prudenciales a las cuales deben estar ubicadas las colmenas, para facilitar el manejo y evitar accidentes por picadura. Desfavorablemente, en algunos casos, la ubicación seleccionada de los apiarios no permite el ingreso de vehículos motorizados, lo que ocasiona dificultades logísticas al momento de transportar materiales desde y hacia el apiario, de manera cómoda y segura. Enfrentar estas dificultades requiere de una revisión de la localización apropiada, teniendo en cuenta la eficiencia para los procesos productivos.

Algunas de las actividades de manejo en los apiarios del piedemonte de Casanare aún no se realizan apropiadamente por los apicultores, por ende, es recomendable fortalecer la apropiación social del conocimiento en BPAP para fomentar el cumplimiento de los requisitos mínimos para la obtención de esta certificación, especialmente de cara a la Resolución 8390 de 2023 del ICA, que reglamenta dichos requisitos. El certificarse en estas buenas prácticas es garantía de que el proceso productivo de la miel de abejas se realiza en condiciones higiénicas y le atribuye, también, un valor agregado al producto.

Aunque la mayoría de los apicultores del piedemonte afirmaron en las encuestas realizar tareas de limpieza y desinfección, se evidenció que hay falencias en el desarrollo de esta práctica a lo largo del proceso productivo, por lo que se recomienda reforzar la apropiación del conocimiento por medio de participación en capacitaciones sobre estas temáticas (higiene y calidad de alimentos, análisis sensorial y calidad microbiológica y fisicoquímica de la miel).

De manera interesante se encontró que algunas prácticas recomendables de manejo en postcosecha, claves en términos de valor agregado, no son realizadas por los apicultores; tal fue el caso de los procesos relacionados con el envasado y rotulado y el mercadeo. Se evidenció una falta de comunicación o de conocimiento en aspectos como el seguimiento y control de la actividad en registros, la generación de lotes o códigos de producción y el rotulado en los envases. Por tanto, es recomendable que se establezcan jornadas de sensibilización en el tema para lograr cumplir con los requisitos de las normas generales que aplican a alimentos (relacionadas con buenas prácticas de manufactura) y así fomentar un mejor acceso a nuevos mercados.

Es notable que en los municipios del piedemonte en donde se lleva a cabo la actividad de la apicultura existe una necesidad de acceso a herramientas y equipos tecnológicos necesarios en el procesamiento (p.ej., centrífugas, tamices, infraestructura para almacenamiento, etc.), lo cual se facilitaría a través de la consolidación de la organización de los apicultores en asociaciones, ya que estos esquemas posibilitan la gestión de recursos frente a entidades locales y regionales, e incluso organizaciones no gubernamentales. Está necesidad de capacidad tecnológica se evidencio con mayor magnitud en los municipios más alejados y con menor desarrollo de sus asociaciones.

Los apicultores de los municipios más alejados de la capital del departamento, aun cuando cuentan con capacidad económica para adquirir herramientas, indumentaria y equipo adecuado, no tienen acceso a directorios de proveedores que lleguen a sus regiones y con precios asequibles, esto complica el desarrollo técnico de los apicultores, que al ver las dificultades logísticas que conlleva adquirir materiales apropiados, prefieren optar por usar alternativas menos apropiadas pero con mayor disponibilidad y de similar funcionamiento.

Se encontró que un aspecto en general que debe mejorarse es que las ceras de los cuadros deben ser reemplazada periódicamente, lo que hace apropiado contar con una estampadora de ceras, esto además traerá beneficios sanitarios a las colonias de abejas ya que garantiza la fabricación con cera natural y no productos artificiales.

En suma, la organización de los apicultores en la región del piedemonte por medio de asociaciones o cooperativas debe buscar el establecimiento en cada municipio de centros de acopio o plantas de envasado y fraccionamiento que cumplan con los requerimientos de las normas, gracias a esto se lograría acceder de manera más fácil a equipos y materiales que si se realizara individualmente, además el desarrollo de estos centros mejoraría la inocuidad y vida útil de los productos.

Los apicultores de los municipios de Chámeza, La Salina y Sácama producen principalmente miel de abejas, es recomendable que por medio de talleres de innovación se diversifique los productos, realizando un mejor aprovechamiento de la colmena.

3. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la miel de abejas del piedemonte de Casanare

Como parte del presente diagnóstico, se realizó el muestreo y análisis de 37 muestras de miel provenientes de apiarios localizados en los cuatro municipios con territorios en el piedemonte de Casanare. En esta sección se describen las metodologías de ensayo y se presentan y discuten los resultados de los principales aspectos fisicoquímicos y microbiológicos asociados con la calidad de estas mieles y sus propiedades higiénico sanitarias, indicando su lugar de procedencia de cada muestra. Las características fisicoquímicas que se evaluaron de las mieles fueron: humedad, acidez total, azúcares (reductores y sacarosa aparente), contenido de HMF, actividad de la enzima diastasa, sólidos insolubles y cenizas. Las variables microbiológicas fueron presencia de *E. coli*, *Salmonella*, recuento de mesófilos aerobios, recuento de mohos y levaduras, NMP de coliformes y recuento de *Clostridium* sulfito reductor. Los análisis fisicoquímicos indicaron que, en general, las mieles cumplen con los requisitos de la(Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007), con algunas excepciones, en especial en el parámetro de acidez libre, que varió entre 23,40 y 55,81 m_{eq}/kg, siendo el requisito normativo (50 m_{eq}/kg). Con respecto a los análisis microbiológicos, se encontró que el 100% de las mieles estudiadas cumplieron con los requerimientos establecidos por la norma de calidad mencionada y solamente una muestra presentó un NMP de coliformes superior al permitido. Esto indica que, a pesar de las oportunidades de mejora en algunas prácticas apícolas, las mieles del piedemonte de Casanare tienen una buena calidad y que es pertinente indagar sobre aspectos diferenciadores de las mieles de estos territorios, así como capacitar a los productores en aspectos de calidad, inocuidad y manejo del producto, con el fin de lograr una calidad superior en todos los casos y su posicionamiento y valorización comercial.

3.1 Metodología para la medición de parámetros fisicoquímicos de calidad

A través del proyecto “Fortalecimiento de la cadena productiva de las abejas y de la apicultura mediante la apropiación social del conocimiento en el departamento de Casanare” se realizó la recolección de 37 muestras comerciales de miel de abejas de aproximadamente 1000 g, de las cuales se tomaron 350 g para los análisis fisicoquímicos. Las muestras provienen específicamente de los municipios de Yopal, Chámeza, Sácama y La Salina (Tabla 3-1), municipios ubicados en el piedemonte del departamento de Casanare. Estas muestras se cosecharon entre los meses de enero a julio de 2023. El almacenamiento de las muestras se hizo a una temperatura ambiente durante toda la realización de los análisis en el laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá

Tabla 3-1 Lugares de procedencia muestras de miel de abejas *Apis mellifera*

Municipio	No. Muestras
Chámeza	10
Yopal	10
La Salina	7
Sácama	10

A estas mieles se le realizaron análisis de humedad, cenizas, acidez libre y lactónica, actividad diastasa, contenido de sólidos insolubles, azúcares reductores, sacarosa aparente, hidroximetilfurfural y minerales (Na, K, Ca, Mg). A continuación, se describen los procedimientos analíticos respectivos.

Humedad

El contenido de agua o humedad se determinó por la técnica de refractometría; se midió el índice de refracción de acuerdo con el método AOAC 969.38 (A.O.A.C, 2019), usando un refractómetro convencional con escala y precisión adecuada, para este caso se usó un refractómetro tipo ABBE con termómetro acoplado, su escala está graduada para 20°C. El contenido de agua se determina tomando los valores de los grados Brix, índice de refracción y temperatura al momento de la lectura. La humedad es obtenida con la ayuda de una curva de calibración conocida como tabla Chataway. El resultado es expresado en porcentaje (%m/m).

Acidez libre y lactónica

Según cómo lo describe Zuluaga et al., 2011, el método de análisis de estas propiedades está basado en la neutralización de los ácidos que están presentes en la miel, por medio de la técnica de titulación, de acuerdo a como lo describe el método AOAC 962.19 (AOAC, 2019) o su correspondiente actualización. En un vaso de precipitados de 250 ml se pesó 10 g de muestra de miel, luego se disolvieron en 75 ml de agua destilada. Posteriormente con la ayuda del electrodo de un pHmetro marca Schott, se midió el pH sumergiéndolo directamente en la solución, luego con agitación constante se comenzó la primera titulación con NaOH 0,05 N hasta llegar a un pH 8,5 (acidez libre) donde la adición es detenida; inmediatamente se le agregaron 10 ml de NaOH 0,05 N, rápidamente se continuó con la retrotitulación con HCl 0,05 N hasta llegar a un pH 8,3 (acidez lactónica). La acidez total resulta de sumar la acidez libre y lactónica. Los resultados son expresados en miliequivalentes/kg (meq/kg).

Actividad de diastasa

El método que se empleó para la medición de esta actividad enzimática corresponde al método de Schade descrito en los Métodos Armonizados de la Comisión Internacional de la Miel IHC, (2002). Soluciones de miel al 20% (10 ml) se hicieron reaccionar con 5 ml de una solución al 2% de almidón de papa a 40°C. Alícuotas de 0,5 ml de la mezcla y una solución acuosa diluida de triyoduro se mezclaron a esta temperatura, registrando el tiempo a partir del momento de mezclado; se mide el valor de absorbancia, como función del tiempo, con un espectrofotómetro UV-Vis a una longitud de onda de 660 nm del complejo coloreado formado. Se realiza una gráfica de absorbancia en función del tiempo y se interpola en el tiempo al cual se alcanza un valor de absorbancia de 0,235; este tiempo (s) es dividido por 300 (Zuluaga et al., 2011). Los resultados son expresados como número de diastasa en la escala Schade.

Contenido de hidroximetilfurfural (HMF)

El contenido de HMF se determinó por el método espectrofotométrico de White Jr., (1979), como se describe en los Métodos Armonizados de la Comisión Internacional de la Miel IHC, (2002) (Zuluaga et al., 2011). Se pesaron 5 g de miel y se disolvieron con agitación en 50 ml de agua destilada, después se agregaron 0,5 ml de solución Carrez I y 0,5 ml de solución Carrez II. La solución se filtró a través de papel, desechando los primeros 10 ml filtrados. Luego de la solución filtrada se tomaron alícuotas de 5ml y puestas en dos tubos,

en el primero se completó con 5ml de agua destilada (Solución muestra), en el segundo tubo se le añadió 5 ml de bisulfito de sodio al 0,2% (Solución referencia). Se determinó la absorbancia de la solución muestra frente a la solución referencia a 284 nm y 336 nm usando un espectrofotómetro UV-Vis. Los resultados son expresados como mg/Kg.

Contenido de sólidos insolubles

Para la determinación de los sólidos insolubles se disolvieron 20 gramos de muestra de miel en un vaso de precipitados con 200ml de agua libre de CO_2, luego la disolución se filtró al vacío a través de un crisol de vidrio sinterizado (de 15 a 40 micras de tamaño de poro) se hizo lavados con agua caliente para solubilizar azucares y asegurar que todas aquellas partículas de tamaño superior queden retenidas, el crisol se llevó a secado a 135ºC durante una hora, una vez desecado y frío el residuo fue pesado y por diferencia se obtuvo el valor de sólidos insolubles (CANALES, 2023).

Azúcares reductores, azucares totales y sacarosa aparente

El contenido de azúcares reductores, totales y la sacarosa aparente se determinaron por medio de la reacción de las soluciones de Fehling, siguiendo el método volumétrico de Lane-Enyon de acuerdo con la metodología AOAC 920.183 (AOAC, 2019) pero usando la modificación de Soxhlet de la solución de Fehling mediante titulación en el punto de ebullición con una solución de miel. La solución de miel se prepara pesando 10 gramos en un balón aforado de 100 ml y se lleva a volumen. Para determinar las azúcares totales se siguió el mismo procedimiento, pero antes se tomó 50 ml de la solución de miel y se le hizo una hidrólisis con ácido clorhídrico concentrado a 65ºC durante 15 minutos, luego de que volvió a temperatura ambiente, la solución se neutralizó. La sacarosa aparente se reconoce como el 95% de la diferencia entre los azúcares totales y los reductores así que finalmente el resultado fue expresado como porcentaje (%m/m).

Cenizas

El método que se empleó para la determinación de cenizas es el tradicional método gravimétrico AOAC 920.181 (AOAC, 2019). Se registraron los pesos de los crisoles vacíos y luego se pesaron aproximadamente 5 g de miel; después, las muestras en los crisoles fueron precalcinadas en una plancha de calor a una temperatura no muy alta para prevenir las pérdidas por salpicaduras, hasta que se presenció que dejan de liberar humo. Es

entonces cuando se llevaron a una mufla y se calcinaron a 600°C hasta mantener un peso constante. El resultado se obtuvo por la diferencia de pesos y fue expresado como porcentaje (%m/m).

3.2 Metodología para la medición de parámetros microbiológicos de calidad

Este estudio microbiológico se llevó a cabo en el año 2023 en el laboratorio de Microbiología y Control de Calidad de Alimentos del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia, el cual se ubica en la ciudad de Bogotá D.C. Las muestras fueron tomadas en el laboratorio directamente de los envases originales que ingresaron al Instituto, en condiciones asépticas (en cabina de flujo laminar). En total se analizaron 37 muestras de miel de abejas *Apis mellifera* recibidas de apicultores de los municipios del piedemonte de Casanare, distribuidos como se señaló en la Tabla 3-1. La metodología que se siguió para los procedimientos de análisis de calidad microbiológica se basó en las normas internacionales de la A.P.H.A (American Public Health Association), Speck (1984) y del INVIMA.

Preparación de muestras diluidas

Inicialmente se realizó la preparación de las diluciones de las muestras 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, en agua estéril peptonada (APE) 0,1%, para ello se pesaron 10 g de muestra de miel y se llevaron a un vaso con 90 ml de agua estéril peptonada obteniendo así la primera dilución; luego de allí se midió 1 ml que fue llevado a un tubo con 9 ml de agua peptonada dando la segunda dilución. Finalmente, para la última dilución, se midió 1 ml de la segunda y fue llevado a un tubo con 9 ml de agua peptonada. A continuación, se describen brevemente las metodologías de análisis respectivas.

Recuento de microorganismos mesófilos

Para este análisis se siguió el método de siembra en fondo; este consiste en la siembra de 1 ml de las muestras diluidas a diferentes concentraciones en cajas, luego se les adiciono

unos 15 - 2 0 ml de agar SPC. Después de ser homogenizado, se incubó de 24 a 48 horas a unos 35+/- 2ºC.

Recuento de hongos y levaduras

Este análisis se realizó de manera similar al de mesófilos, por medio de una siembra de 1 ml de las muestras diluidas en el fondo de una caja, a la cual se le coloco unos 15 - 20 ml de agar OGY que cuenta con presencia de un suplemento inhibidor bacteriano, posteriormente se homogenizo y se llevó a incubación a 24 +/- 2ºC durante 5 a 7 días.

Recuento de coliformes

Los coliformes son determinados por la técnica del número más probable NMP, para este análisis se preparó otras diluciones de la muestra 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}. Para ello se tomó 11 gramos de muestra que fueron llevados a un vaso con 99 ml de agua estéril peptonada, dando la primera dilución, de esta se tomó 1 ml y fue llevado a un tubo con 9 ml de agua estéril peptonada que correspondería a la segunda dilución, para la tercera dilución, se tomó 1 ml del tubo anterior y fue llevado igualmente a un tubo con 9 ml de agua estéril peptonada. Después de tener las diluciones, se llevó 1 ml de cada una a 3 tubos que contenían 9 ml de caldo verde bilis brillante, cada uno con una campana de Durham. Estos tubos se llevaron a incubación durante 24 - 48 horas a una temperatura de 35 ºC +/- 2 ºC.

Recuento de *Escherichia coli (E. coli)*

Para el recuento de coliformes del tipo *E. Coli* se tomaron asadas de los tubos de la prueba de coliformes que resultaron positivos, es decir, aquellos que presentaron turbidez y gas pasado el tiempo de incubación. Con ayuda de estas asas se hizo una siembra en un agar tipo EMB que luego se llevó a incubación durante 24 horas a una temperatura de 37 ºC.

Detección de *Salmonella* sp*/ 25 g*

Para el análisis de la detección de *Salmonella* sp. se realizó inicialmente el preenriquecimiento y enriquecimiento selectivo. Se pesaron 25 g de muestra de miel y se llevaron a 225 ml de un caldo lactosado; después se incubo a 35 ºC +/- 2 ºC durante 24 horas. En un tubo con caldo tetrationato y otro tubo con caldo Selenita-cistina se adicionó 1 ml del caldo ya incubado. Luego, los tubos fueron puestos en un baño serológico a 45 ºC durante 24 horas. Se hizo una división por la mitad de un agar tipo XLD y en cada mitad

se sembró una asada de cada uno de los tubos, este medio luego fue incubado a 35 ºC +/- 2 ºC durante 24 horas.

3.3 Resultados y Discusión

Calidad fisicoquímica de mieles del piedemonte de Casanare

En los resultados de los análisis fisicoquímicos de las 37 muestras de miel de abejas *Apis mellifera* de los cuatro municipios muestreados del piedemonte del Casanare, se destacó el cumplimiento en la mayoría de los requisitos que definen las normas para este tipo de miel (STANDARD FOR HONEY CXS 12-1981; Directiva 2001/110/CE (2002); ICONTEC, (2007). En la Tabla 3-2 se presentan los valores promedios con la desviación estándar y el intervalo de variación de cada parámetro evaluado a las mieles de los cuatro municipios del piedemonte de Casanare.

En la miel de abejas el segundo mayor constituyente es el agua. El contenido de humedad en la miel es una de las características más importantes, pues influencia propiedades como el color, sabor, solubilidad, cristalización, la viscosidad y, en especial, su estabilidad en términos de propensión a sufrir procesos fermentativos (Escuredo et al., 2014). Los resultados del contenido de humedad para las muestras de miel del piedemonte de Casanare, mostraron que en promedio tienen un 18%, yendo de valores desde 16,0 % a 20,2 %.

Las normas de calidad de la miel de abejas NTC 1273, ICONTEC 2007, Directiva 2001/110/CE, 2002, establecen un valor de humedad de máximo el 20% para mieles de *Apis mellifera*. En ese caso las mieles del piedemonte de Casanare en un 95% cumplen con está recomendación, lo que indica a su vez que tienen un grado apropiado de madurez. El 5% restante, presentó un leve exceso en el contenido de humedad, el cual se atribuye a malas prácticas de procesamiento o almacenamiento ya que en el diagnóstico de este trabajo se notó que los apicultores solo cosechan en épocas muy secas con baja humedad relativa.

Tabla 3-2 Resultados de los análisis fisicoquímicos de las mieles del piedemonte

Parámetro	Chámeza	Sácama	La Salina	Yopal
Humedad (% m/m)	18,0 ± 1,3 16,0 - 20,1	18,1 ± 1,11 16,2 - 20,2	18,3 ± 1,13 16,4 - 20,0	18,0 ± 0,5 17,4 - 18,8
pH	4,0 ± 0,24 3,7 - 4,5	4,0 ± 0,32 3,7 - 4,7	4,1 ± 0,14 4,0 - 4,4	4,3 ± 0,35 3,8 - 4,8
Acidez libre (meq-kg) Base húmeda	39,2 ± 7,63 28,5 - 50,5	31,7 ± 6,04 24,5 – 44,0	32,0 ± 6,04 23,4 - 41,1	45,0 ± 10,4 24,0 - 55,8
Acidez lactónica (meq/kg) Base húmeda	3,3 ± 1,33 ND - 4,9	2,6 ± 0,64 1,6 - 3,6	3,12 ± 1,5 1,12 - 5,2	3,3 ± 1,42 1,4 - 5,7
Acidez total (meq/kg) Base húmeda	42,2 ± 6,85 31,8 - 52,5	33,5 ± 6,73 26,1 - 46,7	35,01 ± 6,72 25,7 - 44,0	47, 7 ± 10,53 27,6 - 61,5
Azúcares Reductores	70,6 ± 1,97 67,6 - 74,5	70,2 ± 2,77 65,9 - 73,7	71,6 ± 2,2 69,3 - 74,6	68,9 ± 2,5 66,3 - 74,7
Azúcares Totales	71,2 ± 1,9 67,8 - 74,5	71,8 ± 2,60 66,8 - 75,3	73,50 ± 1,5 70,6 - 75,0	70,1 ± 2,30 67,7 - 74,7
Sacarosa (% m/m)	0,94 ± 0,8 ND - 2,2	1,9 ± 1,1 0,38 - 3,5	2,6 ± 1,61 0,78 - 4,2	1,7 ± 1,21 0,24 - 4,2
Diastasa (DN)	35,6 ± 16,0 14,6 - 65,3	34,2 ± 18,67 15,2 - 68,2	24,8 ± 7,12 13,7- 33,3	54,4 ± 17, 20 33,6 - 90,3
HMF mg/Kg	9,2 ± 16,2 ND - 48,9	7,8 ± 9,31 2,0 - 27,8	5,6 ± 2,8 2,4 - 9,6	14,2 ± 7,8 4,0 - 26,0
Sólidos insolubles (% m/m)	0,048 ± 0,06 ND - 0,17	0,018 ± 0,01 0,01 - 0,04	0,032 ± 0,02 0,02 - 0,07	0,023 ± 0,02 0,01 - 0,04
Cenizas (% m/m) base húmeda	0,24 ± 0,12 0,11 – 0,47	0,17 ± 0,11 0,05 - 0,42	0,25 ± 0,04 0,2 - 0,3	0,50 ± 0,40 0,17 - 1,5
Sodio (mg/100g)	5 ,0 ± 1,7 16,0 - 20,2	6,8 ± 4,80 1,95 - 19,2	5,5 ± 0,92 4,7 - 7,4	8,0 ± 1,90 5,0 - 11,2
Potasio (mg/100g)	92 ± 64 16,0 - 20,2	64,5 ± 53,50 13,9 - 189,7	98,6 ± 27,1 59,86 - 126,4	143,6 ± 56,6 50,6 - 222,6
Calcio (mg/100g)	24,1 ± 15,2 16,0 - 20,2	12,1 ± 10,73 4,5 - 33,4	8,7 ± 1,11 7,1 - 10,8	13,4 ± 9,3 6,9 - 38,9
Magnesio (mg/100g)	4,8 ± 1,83 16,0 - 20,2	5,2 ± 2,73 2,8 - 11,3	3,6 ± 1,22 2,6 - 6,3	17,0 ± 22,9 2,8 - 60,5

Los resultados se presentan como:
Promedio ± Desviación estándar
Valor mínimo – Valor máximo

En el estudio realizado por Opayome Acosta, (2021) se reportó un contenido de humedad promedio de 18,52 % y 17,84 % para mieles colombianas de zonas de clima cálido y zonas de clima templado, zonas en las que similarmente se encuentran las mieles provenientes

del piedemonte de Casanare. En el territorio del piedemonte alrededor de los apiarios se evidenció una gran presencia de cultivos de café (sección 2.2.1), el contenido de humedad promedio que se ha reportado para mieles en zonas donde se presentan plantaciones de cultivos de café convencionales fue de un 17,62%, oscilando entre 16,15 % y 20,0% (Castro et al., 2023). Otro estudio con mieles de eucalipto del suroeste del departamento de Casanare mostró contenidos promedio de humedad de 16,45% (Ortega Bonilla et al., 2016).

Los valores del pH en las mieles de abejas no cuentan con un límite específico en las normas, según lo describe Bogdanov (2016) en mieles de origen floral el nivel de pH se encuentra entre 3,3 y 4,6; para mieles de mielada debido a su mayor contenido de minerales su pH es mayor y van desde 4,5 a 6,5. Un valor natural de pH en estos niveles inhibe el crecimiento de microorganismos ya que la mayoría crecen a niveles de pH entre 7,2 y 7,4 (Missio da Silva et al., 2016). El pH de las mieles del piedemonte de Casanare varió entre 3,7 y 4,8 con un promedio de 4,1. Estudios realizados en otras mieles en diferentes regiones de Colombia reportan valores de 3,45 a 3,95 para zonas con cultivos de café (Medina Rodríguez, 2016), en mieles comerciales provenientes del departamento del Cauca reportan valores de 3,38 a 5,41 (Ortega-Bonilla et al., 2021); valores de 3,4 a 4,6 y un promedio de 3,6 para mieles del vichada con origen botánico de *Acacia mangium* (Castro Mercado, 2018). Estos valores siguen un comportamiento a lo indicado por Zuluaga-Domínguez et al. (2018) donde se reportó que el valor de pH para mieles en Colombia varía entre 3,8 a 4,2. De manera interesante, el 30 % de las mieles del piedemonte mostro tener valores de pH por encima de 4,2 y como se mencionó anteriormente, algunas mieles con niveles altos de minerales pueden presentar mayores valores de pH, en el caso de estas mieles del piedemonte se siguió este comportamiento, pues específicamente se notaron valores mayores en potasio y magnesio respecto a la mayoría de las muestras que tienen un pH menor.

Los ácidos orgánicos que se encuentran de manera natural en la miel aportan sabor a la miel, además de un carácter acido que previene la proliferación de microorganismos (Simal-Lozano & Huidobro Canales, 1984). La acidez libre es un parámetro importante en la miel debido a que se relaciona con su deterioro, se caracteriza por la presencia de ácidos orgánicos en equilibrio con lactonas, esteres y algunos iones inorgánicos (Moreira et al., 2010). Las normas nacionales e internacionales para la miel establecen como requisito un

valor máximo de acidez libre de 50 meq/kg. En el caso de las mieles del piedemonte el promedio se ubicó en los 37,4 meq/kg oscilando entre valores de 23,4 meq/kg y 55,8 meq/kg. En el estudio de Opayome Acosta (2021) se reportó valores de acidez libre de miel para las diferentes zonas entre 12,43 meq/kg – 72,86 meq/kg, en el estudio de Velásquez Ruiz et al. 2016 los valores de la acidez para muestras del oriente Antioqueño fue 28,9 meq/kg y para el suroeste 42,3 meq/kg, además señaló que los valores altos de acidez se asocian a la gran presencia de cultivos de café en la región. En algunas mieles del piedemonte (14 % del total de las muestras) se sobrepasó el límite establecido para la acidez libre. Es de resaltar que este porcentaje lo compone mayormente mieles del municipio de Yopal, con un valor promedio de 45 meq/kg y valores que van desde 24 meq/kg a 55,8 meq/kg. Altos valores de acidez pueden indicar la fermentación de azúcares en ácidos orgánicos y esto a su vez se relaciona con altos niveles de humedad y malas prácticas en la producción. Sin embargo, no es posible descartar que sus altos niveles se deban a la presencia de un ácido orgánico particular, el origen botánico o geográfico (Missio da Silva et al., 2016). Del total de las mieles del municipio de Yopal que sobrepasaron el límite de la norma, ninguno presentó recuentos fuera del límite para los microrganismos del análisis microbiológico que se realizó, lo que sugiere que los niveles altos de acidez podrían estar relacionados con una mayor presencia de un ácido en particular, o a características propias de la zona; para poder explorar esta hipótesis se requerirían estudios más exhaustivos en este sentido.

Los valores del contenido de azúcares reductores en la miel dependen en gran medida del origen del néctar que captan las abejas (Huidobro Canales & Simal-Lozano, 1985). Entre estos azúcares se destacan la fructosa y la glucosa que son los componentes más presentes en la miel; su relación promedio es aproximadamente de 1,2 de fructosa por 1 de glucosa. Está relación se usa comúnmente para evaluar el proceso de cristalización de la miel debido a que la solubilidad de la glucosa en el agua es menor en comparación que la de fructosa (Escuredo et al., 2014). De acuerdo con lo que establece la STANDARD FOR HONEY CXS 12-1981 (2022) y la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1273 (2007) el contenido mínimo de azucares reductores para mieles de origen floral es de 60%. Se encontró para las mieles del piedemonte un valor promedio de 70,2 % y valores que oscilan entre 66% y 74,7%, es decir, que todas las mieles del piedemonte cumplieron con este parámetro de calidad. De igual manera otros estudios evaluaron el contenido de

azúcares reductores reportando valores promedio para mieles de Vichada del 69% (Castro Mercado, 2018), en mieles del suroeste (76,57 %) y del oriente (80,5 %) de Antioquia (Velásquez Ruiz et al., 2016).

De manera similar el contenido de sacarosa es un indicador importante frente a aspectos como la adecuada maduración de la miel, debido a que una cosecha temprana reflejará un mayor contenido por falta de tiempo para una completa transformación en glucosa y fructosa. También puede indicar procesos de adulteración por adición de jarabes artificiales y además puede señalar si se realizó un exceso de alimentación artificial con sacarosa (Escuredo et al., 2013; Missio da Silva et al., 2016). Debido a esto el Codex Alimentarius y la Norma Técnica Colombiana definieron un valor máximo de 5 % para mieles de origen floral. En el caso de las mieles del piedemonte de Casanare, el contenido promedio de sacarosa fue de 1,8 %, y el rango de valores fue desde no detectable hasta un máximo de 4,2 %, es decir, que las mieles del Casanare cumplen con este requisito y presumiblemente no presentan procesos de cosecha temprana, adulteraciones en sus productos o sobrealimentación artificial. Estos resultados concuerdan con los que reportó Ortega Bonilla et al. (2016) de 1,48 % de sacarosa para las mieles de eucalipto del suroeste de Casanare.

La diastasa es un tipo de enzima que se encuentra de manera natural en la miel de abejas; su contenido depende del origen geográfico y botánico de la miel. Esta enzima presenta la característica de ser sensible al calor (termolábil), por lo tanto, su ausencia en la miel indica posibles sobrecalentamientos y mal almacenamiento o adulteraciones. Las recomendaciones para miel de abejas han establecido un valor mínimo de 3 DN (número de diastasa o DN) unidades en la escala Schade, (Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007). En los resultados de las muestras de miel del piedemonte se vio un cumplimiento total con este parámetro con un valor promedio de 38,3, además el valor mínimo que se encontró fue de 13,7 y el mayor 90,3 DN. En el caso de las muestras del municipio de La Salina se encontró el promedio más bajo de los cuatro municipios 24,8 DN e igualmente el valor más bajo de 13,7 DN; por otro lado, las muestras de miel del municipio de Yopal fueron las que más actividad enzimática mostraron con un valor promedio de 54,4 DN y valores hasta de 90,3 DN. En otros estudios como el de Castro et al. (2023) se reportaron valores de actividad diastasa en áreas de crecimiento de café convencional de 21,7 unidades Schade. Para el caso de mieles del suroeste de Antioquia un promedio de 11,3

unidades Schade y en el oriente un promedio de 9,7 unidades Schade (Velásquez Ruiz et al., 2016), en el estudio de mieles monoflorales de Bentabol Manzanares et al. (2014) se encontraron valores de la actividad diastasa entre 11,50 y 45,80 DN. Según estos resultados se evidencia una fuerte actividad de diastasa para las mieles del piedemonte de Casanare que indican frescura, naturalidad y autenticidad de las mieles de esta región e igualmente se identifica que no se realizan prácticas de sobrecalentamiento, ni tampoco de almacenamientos inapropiados.

Otro de los parámetros que nos indican el deterioro de la miel y posibles sobrecalentamientos es el contenido de 5-hidroximetilfurfural, el cual se produce de manera natural en la miel, pero se ve incrementado debido a exposición de la miel al calor, incluso a temperaturas no muy altas, pero prolongados tiempos de almacenamiento. Las mieles del piedemonte de Casanare tienen un valor promedio de HMF de 9,2 mg/kg y va desde valores no detectables en algunas muestras hasta 48,9 mg/kg. Estos valores cumplen con el requisito de las normas nacionales que indican que no debe ser de más de 60 mg/kg, o en el caso de mieles de origen tropical, 80 mg/kg (Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007). El contenido de HMF puede verse influenciado por distintas variables, como el perfil de azucares, el pH, el contenido de humedad, ácidos orgánicos y el origen floral (Missio da Silva et al., 2016). Cabe resaltar que algunas de las muestras que presentaron mayores valores de HMF a su vez presentaron los mayores valores de acidez libre y además son muestras que provienen de zonas muy cálidas con temperaturas promedio de 26 ºC, ubicadas en Yopal. Según está información se pudo notar que las mieles del piedemonte de Casanare eran muestras de miel fresca, en las que no se presentaron malas prácticas de almacenamiento o algún tipo de calentamiento excesivo.

Los sólidos insolubles es otro parámetro de calidad que se presenta en la miel de abejas. Este es un indicador de cómo se llevan a cabo las prácticas en la cosecha de la miel, debido a que inadecuados procedimientos o falta de higiene, posiblemente aumentan los contenidos de partículas suspendidos en la miel cómo restos de cera, partes de insectos o vegetación (Huidobro Canales et al., 2023); otro criterio que puede indicar el contenido de impurezas en la miel son las cenizas. Así entonces para determinar la limpieza de las mieles del piedemonte se determinaron los sólidos insolubles y se obtuvo un valor promedio de 0,03 % m/m, además varió entre 0,00 % (en la práctica, inferior al límite de

detección) y 0,17 % m/m. Según la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007) el valor estándar para mieles que no son prensadas debe ser menos de 0,1 % m/m. Teniendo en cuenta este valor, se encontró que el 97 % de las mieles del piedemonte cumplieron con este criterio de limpieza.

De manera complementaria, el contenido de cenizas o compuestos minerales se usa cómo indicador de calidad. Su contenido puede llegar a señalar contaminación por polución e igualmente su origen geográfico ya que está ligado al contenido mineral de los suelos donde están las plantas que producen el néctar que será colectado (Huidobro Canales & Simal-Lozano, 1984). El contenido de minerales, además, se relaciona con los colores de la miel y su valor nutricional, especialmente con el contenido de potasio y en menores cantidades otros minerales. Se establecen que el contenido de cenizas para mieles de abejas debe ser máximo 0,6 %m/m (Norma Técnica Colombiana NTC 1273, 2007). Los valores de cenizas para las mieles del piedemonte de Casanare se presentaron entre 0,05 y 1,51 %m/m con un promedio de 0,29 %m/m; de esta manera se tiene que un 92% de las muestras cumplen con el valor estándar para este parámetro. En las mieles del municipio de Yopal se evidenció un contenido mayor de cenizas respecto a las de los otros municipios, con un promedio de 0,50 %m/m que es un valor cercano al límite recomendado. Las mieles que tuvieron un contenido de cenizas por encima de 0,4 %m/m a su vez presentaron mayores contenidos de potasio. Por ejemplo, las mieles del municipio de Yopal que presentaron altos contenidos de cenizas también tuvieron un alto contenido de potasio con un valor promedio de 143,6 mg/kg estando por encima del promedio de los otros municipios.

En el estudio de Ortega Bonilla et al. (2016) de mieles de eucalipto en el suroeste de Casanare, se obtuvieron valores más altos de lo recomendado en las normas sobre del contenido de cenizas; en promedio esas mieles presentaron un contenido del 0,81 %m/m llevando a creer al autor de una posible adulteración. En otros estudios los valores reportados para el contenido de cenizas fueron menores cómo es el caso de las mieles de la altillanura del Vichada de Castro Mercado (2018) en el que el valor promedio de cenizas fue de 0,09 %m/m; en el estudio de mieles cercanas a cultivos convencionales de café de Castro et al. (2023) se reportaron valores del contenido de cenizas de 0,19 %m/m; para mieles del sureste antioqueño valores de contenido de cenizas promedio de 0,27 %m/m y para el oriente antioqueño 0,25 %m/m (Velásquez Ruiz et al., 2016). Se puede entonces

destacar que las mieles del municipio de Yopal de la región del piedemonte presentan valores altos en el contenido de cenizas. Sería pertinente estudiar de manera más detallada la relación de estos altos niveles de cenizas con el origen geográfico u otro factor cómo el nutricional de manera que se generé una posible diferenciación.

Calidad microbiológica de mieles del piedemonte de Casanare

Naturalmente en los alimentos se presentan diversos microorganismos. Estos microorganismos, en grandes concentraciones, comprometen la calidad de los alimentos. Más aún, ciertos géneros y especies, pueden transmitir enfermedades a los humanos. La miel de abejas contiene menos microorganismos que otros alimentos de origen natural debido a propiedades como un pH bajo, alta presión osmótica y presencia de peróxido de hidrogeno, lo cual inhibe el crecimiento microbiano (Bogdanov, 2016). Aun así, en la miel de abejas se pueden presentar contaminaciones con algunos microorganismos que deterioran las características de la miel y también algunas que causen enfermedades, cómo es el caso de las levaduras osmotolerantes y las esporas *Clostridium respectivamente*. El crecimiento de las levaduras osmotolerantes se relaciona con altos contenidos de humedad en la miel lo que desencadena fermentaciones indeseables; las esporas de *Clostridium*, que son las responsables de la producción de toxina botulínica, causante del botulismo, están relacionadas con malas prácticas de cosecha y de manufactura.

Los resultados de los análisis microbiológicos que fueron realizados en los laboratorios de control de calidad de alimentos del ICTA, se muestran en la Tabla 3-3 para las mieles de los municipios de Chámeza y Sácama y en la Tabla 3-4 están aquellos de los municipios de La Salina y de Yopal. En estas se reportan los resultados de los recuentos de los grupos indicadores establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007).

Tabla 3-3 Resultados análisis microbiológicos de las mieles de Chámeza y Sácama

	NMP Coliformes Totales/g	**Recuento de *E. coli***	**Recuento de mesófilos aerobios (UFC/g)**	**Detección de *Salmonella* sp en 25g**	**Recuento de Mohos y levaduras (UFC/g)**	**Recuento *Clostridium sulfito reductor* (UFC/g)**
	Requisito NTC 1273 (2007)					
Código de muestra	***< 3***	***< 10***	***100 - 300***	***Ausencia***	***10 - 100***	***10 - 100***
CH-01	< 3	< 10	< 10	Ausencia	< 10	< 10
CH-02	< 3	< 10	< 10	Ausencia	40	< 10
CH-03	< 3	< 10	10	Ausencia	50	< 10
CH-04	< 3	< 10	< 10	Ausencia	450	< 10
CH-05	< 3	< 10	< 10	Ausencia	10	< 10
CH-06	< 3	< 10	30	Ausencia	< 10	< 10
CH-07	< 3	< 10	40	Ausencia	10	< 10
CH-08	< 3	< 10	< 10	Ausencia	30	< 10
CH-09	< 3	< 10	50	Ausencia	< 10	< 10
CH-10	< 3	< 10	< 10	Ausencia	70	< 10
SA-01	< 3	< 10	10	Ausencia	10	< 10
SA-02	< 3	< 10	< 10	Ausencia	40	< 10
SA-03	< 3	< 10	< 10	Ausencia	40	< 10
SA-04	< 3	< 10	< 10	Ausencia	< 10	< 10
SA-05	< 3	< 10	< 10	Ausencia	90	< 10
SA-06	< 3	< 10	10	Ausencia	360	< 10
SA-07	< 3	< 10	20	Ausencia	60	< 10
SA-08	< 3	< 10	10	Ausencia	< 3	< 10
SA-09	< 3	< 10	20	Ausencia	10	< 10
SA-10	< 3	<10	<10	Ausencia	400	<10

Cómo se puede notar en los resultados, los recuentos de la mayoría de los grupos indicadores microbiológicos para la miel en los municipios de Chámeza y Sácama están dentro de los requisitos establecidos, salvo para una muestra de Chámeza (CH-04) en la que se presentó un conteo de 450 UFC/g, por fuera del requisito para mohos y levaduras (10-100 UFC/g). De manera similar se presentan dos muestras con conteos altos en mohos y levaduras del municipio de Sácama con valores de 360 UFC/g y 400UFC/g. Los parámetros fisicoquímicos correspondientes a estas muestras no presentaron valores por

fuera de los límites establecidos, sin embargo, en la muestra de Chámeza CH-04 se notó un valor alto en el parámetro de acidez libre 48,56 meq/kg cerca al límite estándar (<50 meq/kg) lo que indica que hay un proceso de fermentación debido a esta alta carga, aumentando los niveles de acidez. No obstante, todas las muestras que presentaron cargas de mohos y levaduras superiores a la norma mantuvieron contenidos de humedad por debajo del valor estándar de 20%. Esto indica que las muestras de miel fueron manipuladas incorrectamente, que no se hizo uso de los elementos de protección personal en la cosecha o que en el procedimiento los equipos y materiales con los que tuvo contacto la miel estaban contaminados, lo cual subraya la necesidad de sensibilizar a los apicultores respecto a la importancia de las tareas de higiene cómo lo son los programas de limpieza y desinfección.

Tabla 3-4 Resultados análisis microbiológicos de las mieles de La Salina y Yopal

	NMP Coliformes Totales/g	**Recuento de *E. coli***	**Recuento de mesófilos aerobios (UFC/g)**	**Detección de *Salmonella* sp en 25g**	**Recuento de Mohos y levaduras (UFC/g)**	**Recuento *Clostridium sulfito reductor* (UFC/g)**
			Requisito NTC 1273 (2007)			
Código de muestra	**< 3**	**< 10**	***100 - 300***	***Ausencia***	***10 - 100***	***10 - 100***
SL-01	< 3	< 10	70	Ausencia	30	< 10
SL-02	< 3	< 10	10	Ausencia	10	< 10
SL-03	< 3	< 10	< 10	Ausencia	< 10	< 10
SL-04	< 3	< 10	< 10	Ausencia	90	< 10
SL-05	< 3	< 10	< 10	Ausencia	20	< 10
SL-06	< 3	<10	<10	Ausencia	127x102	<10
SL-07	< 3	<10	<10	Ausencia	142x103	<10
YP-01	< 3	< 10	10	Ausencia	20	< 10
YP-02	< 3	< 10	10	Ausencia	< 10	< 10
YP-03	< 10	< 10	< 10	Ausencia	10	< 10
YP-04	< 3	< 10	< 10	Ausencia	< 10	< 10
YP-05	< 3	<10	<10	Ausencia	10	<10
YP-06	< 3	<10	<10	Ausencia	< 10	<10
YP-07	< 3	< 10	160	Ausencia	20	< 10
YP-08	< 3	< 10	30	Ausencia	< 10	< 10

YP-09	< 3	< 10	< 10	Ausencia	400	< 10
YP-10	< 3	< 10	< 10	Ausencia	< 10	< 10

En el caso de los municipios de La Salina y Yopal, la mayoría de las muestras cumplió con los requisitos establecidos para los distintos grupos indicadores de la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007), salvo para dos muestras de miel en la Salina que sobrepasaron altamente los límites de recuentos establecidos para mohos y levaduras y una muestra del municipio de Yopal que sobrepasó los límites establecidos para coliformes totales. Se realizó una revisión de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de La Salina con conteos elevados de mohos y levaduras, notándose que en ambos casos los contenidos de humedad están muy cerca del límite estándar (<20%), con valores de 19,4 % y 19,9 %. Para el caso de la muestra de Yopal con conteos fuera del límite para coliformes totales, se evidenció de manera similar que el parámetro de acidez libre está muy cerca del valor límite establecido (<50 meq/kg) con un valor de 49,3 meq/kg.

Esta información demuestra que las muestras de miel de La Salina provienen posiblemente de la cosecha temprana de los cuadros de miel, una mala práctica que se relaciona con altos contenidos de humedad; también se atribuye a malos procedimientos en el proceso productivo donde no se aisló la miel de factores externos que evitaran su hidratación, como por ejemplo instrumentos húmedos y la exposición prolongada de la miel con el ambiente. Para el caso de la contaminación en la muestra de Yopal, se presume que esta se presentó por una inadecuada manipulación por parte del apicultor o manipulador a la hora de realizar el beneficio o el envasado, lo que demuestra una baja implementación de BPAP; no obstante, no es posible descartar que exista cercanía a fuentes de contaminación con estos microorganismos, como establos o fincas ganaderas, en las cuales las abejas pueden entrar en contacto con heces. Cabe anotar que no se indagó (dado que no es requisito) cuánto de este conteo de coliformes corresponde a coliformes fecales, sin embargo, sí se comprobó que no hay indicios de contaminación con *E coli*.

En términos generales se encontró que el 100 % de las mieles estudiadas cumplieron con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007) para recuento o presencia de patógenos, específicamente de *E. coli* (<10 UFC/g), *Salmonella* (ausencia en 25 g), y *Clostridium* sulfito reductor (<10 UFC/g), así como de mesófilos aerobios (36 muestras tuvieron <100 UFC/g y 1 muestra tuvo entre 100 y 300 UFC/g),

solamente una muestra presentó un NMP de coliformes (<10 UFC/g) superior al permitido y el 80% cumplió con el requerimiento en recuento de mohos y levaduras.

Teniendo en cuenta estos resultados resulta clave sensibilizar a los apicultores tanto en el seguimiento de BPAP como en BPM e inocuidad de alimentos, en particular enfatizando en la importancia de realizar un correcto lavado y desinfección de manos y de igual manera en mantener las herramientas limpias y desinfectadas en el momento de realizar el proceso de beneficio, con el fin de eliminar la posibilidad de contaminaciones con microorganismos que puedan comprometer la estabilidad de las mieles, su inocuidad y la confianza de los consumidores.

3.4 Conclusiones

Gracias a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en el presente estudio a muestras de miel del piedemonte de Casanare se pudo verificar que en la mayoría se cumplen con los requisitos de calidad fisicoquímica y microbiológica establecidos tanto en normas internacionales cómo nacionales. Para cada uno de los parámetros se presentaron los siguientes rangos: humedad (16,0 – 20,2 %), pH(3,7 – 4,8), acidez libre (23,4 – 55,8 m_{eq}/kg), azúcares reductores (66 - 74,7 %), contenido de sacarosa aparente (0,0 - 4,2 %), actividad de diastasa (13,7- 90,3 DN), hidroximetilfurfural (0,0 – 48,9 mg/kg), sólidos insolubles (0,00 - 0,17 % m/m), cenizas (0,05 - 1,51 %m/m). El resultado de cada uno de estos parámetros se comparó con los resultados de mieles de diferentes regiones de Colombia mostrando comportamientos similares en la mayoría de los casos, y posibles marcadores de origen que ameritan estudios más detallados de composición y atributos sensoriales.

Los parámetros fisicoquímicos en los que se presentaron un mayor incumplimiento son la acidez libre, con un 14 %, además de tener una muestra cercana al límite estándar y que presentó niveles de NMP de coliformes fecales fuera del límite; le siguió las cenizas con un 8 % y que en su mayoría corresponden a muestras del municipio de Yopal; en menor proporción está el contenido de humedad con un 5 % y con dos muestras en valores muy

cercanos al límite estándar que tienen un conteo de mohos y levaduras por encima del límite establecido.

Con respecto a los resultados microbiológicos, las muestras en su mayoría cumplieron con los requisitos de las normas nacionales e internacionales. El 100 % de las muestras cumplieron con los límites establecidos para recuentos de *E.Coli*, *Salmonella, Clostridium* sulfito reductor y mesófilos aerobios, mientras que para el conteo de mohos y levaduras un 80 % de las muestras cumplieron con el requisito; aun así, el recuento de mohos y levaduras fue el parámetro microbiológico en el que más se presentó incumplimiento. El 97% de las muestras cumplió con los límites establecidos para NMP de coliformes totales ya que solo una muestra supero los límites establecidos. El hecho de que algunas de las muestras no cumplan los parámetros microbiológicos es un indicio de malas prácticas apícolas y de manufactura a lo largo de la cadena de producción, se hace necesario entonces implementar estrategias cómo las capacitaciones y así reforzar la información a los apicultores para evitar contaminaciones en la miel.

Algunas de las muestras con contenidos de acidez y humedad cercanos a los límites reportados en las normas presentaron también un recuento alto de NMP de coliformes y mohos y levaduras respectivamente, lo cual evidencia que los incumplimientos son conducibles a la no implementación de BPAP y/o BPM.

Es evidente que muchas de las muestras cumplieron tanto con los valores límites que se establecen en las normas para los parámetros fisicoquímicos cómo para los parámetros microbiológicos. *Sin embargo, viendo el incumplimiento en conjunto de estas dos características un 41 % de muestras de miel no cumplen con alguno de los parámetros normativos*.

Los resultados de este capítulo son un claro indicador de la necesidad de implementar estrategias que garanticen la mejora de la calidad en los procesos y los productos y de apuntar a la apropiación social de conocimientos por parte de los apicultores de la región del piedemonte de Casanare en distintos aspectos que garanticen la calidad e inocuidad de los productos. Un desconocimiento en programas de higiene y limpieza (para el personal manipulador y para los equipos e implementos utilizados), además de una baja implementación de las buenas prácticas apícolas para la cosecha y postcosecha de la miel

se traducen en importantes barreras a la comercialización y crecimiento económico de la actividad.

4. Propuestas de estrategias de mejora de la calidad y valorización de las mieles de abeja de la región

El diagnóstico de las prácticas en el proceso productivo apícola, más específicamente de la miel de abejas, en la región del piedemonte de Casanare, junto con la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las mieles, constituyen una línea base para determinar en dónde existen oportunidades de mejora, y permiten visibilizar los obstáculos y desafíos actuales de los apicultores de la región.

Con base en lo anterior, esta parte del trabajo recoge algunas propuestas de estrategias de mejora que consideran las posibilidades reales de los apicultores en sus territorios. Con base en el diagnóstico realizado a través de las encuestas y las visitas *in situ*, y el estudio de calidad de las mieles muestreadas, se concretaron las áreas y las mejoras que se deberían implementar a corto y mediano plazo en las unidades productivas apícolas del piedemonte de Casanare para lograr mejoras significativas de la calidad del producto y su valorización.

Para formular estas estrategias de mejora se asumió que las mejoras a la calidad y la valorización de las mieles hacen parte de la misión y visión de los productores de la región para su negocio a largo plazo. Las estrategias se centran en una unidad productiva de miel de abejas, ya que es ahí donde mayormente pueden ser aplicadas.

Para la formulación de estrategias viables se tuvieron en cuenta los siguientes factores siguiendo las recomendaciones de Téllez Iregui et al. (2021):

- La estrategia debe responder a la actividad productiva de la empresa y al entorno territorial donde se realizará.
- La estrategia debe conllevar a acciones rápidas y que tienen sentido en un tiempo establecido.
- La estrategia se debe enfocar a impulsar la toma de decisiones que produzcan impacto en la unidad productiva.
- La estrategia debe conducir a la diferenciación de la unidad productiva y búsqueda de mejoras sostenibles y competitivas

Las estrategias se pueden diferenciar a grandes rasgos en dos grupos: las estrategias internas y las estrategias externas. En las estrategias internas se trabaja en la mejora de las áreas estratégicas relacionadas con la producción, en el caso de las externas buscan mejorar las áreas estratégicas relacionadas con la comercialización y el desarrollo de mercados (Téllez Iregui et al., 2021).

Adicionalmente, se considera importante que las estrategias se formulen describiendo claramente y de forma concisa de su contexto (a qué necesidades responden o porqué se requieren). Cada estrategia debe contar con una identificación de las partes interesadas (actores) y de sus roles en su desarrollo, una descripción de los aspectos metodológicos asociados a su implementación con los principales resultados esperados, los cuales a su vez deben ser verificables, cuantitativa o cualitativamente, de forma objetiva.

Siguiendo estas recomendaciones se inició la formulación de estrategias de mejora de calidad y valorización de las mieles, las cuales se describen a continuación.

Tabla 4-1 Estrategias para mejora de la calidad de miel en el piedemonte de Casanare

Nombre de la estrategia	Descripción	Actores y roles	Aspectos metodológicos	Resultados Esperados	Índices de verificación
(1) Fortalecimiento de las capacidades productivas	La capacidad productiva de miel por parte de un apicultor (asociado o no) depende fundamentalmente del número de colmenas, del recurso botánico o floral y de la sanidad de los animales. En términos del número de colmenas, se recomienda que un apiario tenga un número máximo de 30-32. En la actualidad una proporción importante de los apicultores que producen y comercializan (o están activamente buscando comercializar) miel en el Piedemonte de Casanare tienen un número muy inferior de colmenas. En algunos casos, los apicultores pueden tener incluso menos de 5 colmenas, lo cual representa una capacidad productiva muy baja, sobre todo si se tiene en cuenta que el territorio cuenta con recursos ambientales suficientes que brindan un alto potencial en néctar. Se debe incrementar la capacidad productiva de los apicultores a través del establecimiento de nuevas colmenas, de tal manera que se sigan las recomendaciones dadas por las BPAP. Para que sea sostenible la producción de miel como actividad principal, el número de colmenas por apicultor (o núcleo familiar mínimo productivo) debe llegar a ser de 60 colmenas distribuidas en al menos dos apiarios.	**Apicultores**. Estos gestionan el espacio de instalación de las colmenas (de ser necesario un nuevo apiario), llevan a cabo las tareas de instalación y garantizan el mantenimiento y cuidado de las nuevas colonias implementando las recomendaciones dadas por las BPAP. **Asociaciones locales de productores apícolas**. Estas gestionan recursos ante entidades locales, regionales gubernamentales y de organizaciones no gubernamentales o de carácter público-privado y brindan a través de liderazgos comunitarios acompañamiento y asesoramiento a apicultores del territorio (asociados y no asociados) en la instalación de nuevas colmenas. **Entidades gubernamentales locales (Alcaldía municipal y Gobernación departamental)**. Estas destinan recursos presupuestales para la adquisición y entrega de materiales para la instalación de colmenas.	Con el fin de aumentar significativamente la capacidad productiva en términos del número de colmenas dedicadas a la producción de miel en el Piedemonte de Casanare, el proyecto en el cual se desarrolló el presente trabajo ofrece un censo de los apicultores activos, las asociaciones y los líderes comunitarios implicados en apicultura en los municipios de Chámeza, Yopal, La Salina y Sácama. Las asociaciones y los líderes en cada municipio establecerán un plan de instalación y seguimiento de colmenas a un plazo de 5 años, el cual debe identificar a los apicultores interesados y los posibles predios para la instalación de las colmenas. A partir del censo producto del proyecto, se debe iniciar un trabajo conjunto entre las asociaciones y la gobernación para la gestión de recursos financieros dedicados puntualmente a la adquisición de bases, alzas, soportes, cuadros estampados y cajones y los núcleos o colonias y al alquiler y/o adecuación de predios. A partir de allí se debe iniciar el proceso de instalación de las colmenas siguiendo las BPAP.	Teniendo en cuenta que existe un número aproximado de 65 apicultores activos en el Piedemonte del de Casanare, si se establece una meta de mínimo 60 colmenas por apicultor en el curso de 5 años desde el inicio de la implementación de la estrategia y asumiendo una efectividad del 80% en la instalación, se espera contar con un total entre 3.100 y 3.900 colmenas. Con ello se espera aumentar la capacidad productiva de miel en esta subregión a entre 77 y 97 toneladas de miel/año, esto es casi el doble de la producción actual de todo Casanare. Esto consolidará al Piedemonte como región productora de miel en Colombia y fomentará la dedicación exclusiva de apicultores a la actividad, a la vez que ayudará a la consolidación de agronegocios conexos.	Número de colmenas al año: Línea base: 2300 colmenas en Casanare (2023) Meta: más de 3100 colmenas en Casanare (5 años después de inicio de implementación).

(2) Fomento de la apropiación social de conocimientos en BPAP	La implementación de las BPAP contribuyen a obtener productos apícolas seguros para él consumo, promoviendo el desarrollo de la actividad apícola de manera sostenible y a su vez asegurando proteger la sanidad de las abejas, él medio ambiente y la salud del apicultor. Está serie de recomendaciones y directrices establecen una manera apropiada de realizar los procedimientos a través de las etapas de producción, evitando que se produzcan alteraciones a la calidad de la miel. En él diagnóstico que se realizó en este estudió se notó un desconocimiento del efecto producido en la calidad de la miel debido a malas prácticas en el proceso de producción, desde las etapas primarias hasta él envasado de la miel. Al fortalecer el conocimiento de los apicultores acerca de las BPAP y sus beneficios aportara a la mejora de la calidad de la miel.	**Entidades de carácter Académico e investigativo (Universidad Nacional de Colombia, Sena, Agrosavia).** Estos transmiten por medio de canales de comunicación él conocimiento acerca de BPAP, diseñan él material idóneo para transmitir saberes y organizan las actividades de talleres y capacitación a los apicultores. **Asociaciones locales de productores apícolas** Proporcionar el servicio de asesoramiento en BPAP a los asociados y no asociados. Además gestionan jornadas de visitas de los entes académicos de carácter público o privado en él territorio para brindar capacitaciones sobre el tema. **Apicultores** Disponen de tiempo y actitud participativa en las jornadas de talleres, visitas o giras que se propongan para la consolidación de las temáticas e implementación de BPAP.	Por medio de los directorios y listados de integrantes que conforman las asociaciones presentes en los municipios del piedemonte de Casanare, se revisa él histórico de los apicultores que participan en su organización y de esta manera se realizará la convocatoria a la participación de jornadas de fortalecimiento e intercambio de conocimiento acerca de las BPAP. Las entidades académicas con ayuda de sus colaboradores impartirán durante un año acompañamiento a los apicultores en la transferencia del conocimiento sobre BPAP, con 8 sesiones de diferente tipología en cada municipio. Se deben intercalar sesiones teóricas con sesiones de práctica en campo que garanticen una mejor comprensión y evidencia de las prácticas apropiadas a realizar en él apiario y en las demás áreas destinadas para él proceso de obtención de la miel de abejeas.	Por medio de las actividades establecidas para fortalecer el conocimiento de los apicultores en BPAP, se esperaría que durante el año se llegue a contar con la participación de aproximadamente 15 apicultores para cada una de las 8 jornadas en los municipios. Unos 60 apicultores participantes de cada región deberán conocer claramente al final del total de las sesiones, los requisitos y procedimientos para obtener la certificación en las BPAP, de igual manera deben contar con él conocimiento suficiente para divulgar con los demás apicultores que lo demanden las recomendaciones de las BPAP y su certificación.	Se parte de un aproximado de apicultores inscritos ante el ICA en él registro de productores con abejas *Apis mellifera* y con certificación en BPAP de: 0 en el piedemonte para el 2023 Meta: Contar con al menos 60 apicultores inscritos ante él ICA y con certificación en BPAP

(3) Fortalecer la capacidad tecnológica para postcosecha	La producción primaria de la miel de abejas no se encuentra reglamentada en Colombia por lo que los apicultores establecen diversas formas y métodos en que se procede a la cosecha de miel, está práctica comúnmente se extiende a las actividades de postcosecha las cuales si cuentan con reglamentación regulada por el INVIMA. La dificultad que se evidencia se presenta en la falta de espacios adecuados en los apiarios de los municipios del piedemonte de Casanare, contar con centros o plantas adecuadas y dedicados exclusivamente para él acopio, envasado y fraccionamiento de la miel de abejas garantiza la mejora en la calidad e inocuidad de los productos. Por ello se debe instalar equipos y una planta común en cada municipio a la que los apicultores puedan tener acceso y realizar de manera higiénica sus procedimientos de envasado.	**Apicultores** Deben apoyar la instalación y gestión para la ubicación de los equipos, herramientas y espacio para la planta común de acopio y envasado de miel de abejas. **Entidades de carácter Académico e investigativo** Establecer las características necesarias de los espacios y equipos tecnológicos con que deben contar cada unidad en los municipios, realizando cotizaciones en distintos proveedores de insumos apícolas y seleccionando él más conveniente para las necesidades de los apicultores de cada región. **Entidades gubernamentales locales (Alcaldía municipal y Gobernación departamental)** Aportar posibles espacios dentro del territorio municipal para la instalación de la planta común de acopio de miel de abejas de los apicultores del municipio, apoyar con recursos económicos del presupuesto para él fomento productivo u otro rubro de forma que se logre la adquisición de elementos cómo cubetas de desoperculado en acero inoxidable, cuchillos de desoperculado, centrifugas de acero inoxidable, filtros o tamices en acero inoxidable implementos de protección personal y productos para lavado y desinfección.	A través de una cadena de comunicación que debe establecerse entre de los actores involucrados, se definen las actividades y tareas de cada uno, de forma que en un mediano plazo 2 años se logre la instalación y puesta en funcionamiento de un centro de acopio y envasado de miel de abejas que va a aportar valor a los productos por su calidad en términos de inocuidad. Los actores deben mantener una participación y apropiación de los equipos y espacios que se entreguen para él centro de acopio, de manera que se conduzca a un aumento de su capacidad de acopio en un largo plazo y no se descuide terminado siendo un espacio inutilizado y olvidado. Por eso se hace necesario que los lideres comunitarios y los de las asociaciones velen por su cuidado y mantenimiento. Es así entonces que después de la instalación se debe seguir gestionando recursos por medio de proyectos o programas para su ampliación. Esto con la ayuda de los entes académicos que guíen a la formulación de los proyectos y la identificación de posibles fuentes de apoyos económicos donde postularse.	Instalación de equipos y materiales en un lugar adecuado para iniciar el funcionamiento de un centro de acopio y envasado de miel de abejas en cada municipio, 4 centros de acopio de miel, uno por cada municipio, se proyecta que en un término de 2 años los apicultores de cada municipio tengan acceso a equipos apropiados con los que no contaban. Pasando de un 47% de apicultores que no contaban con equipos a un 0%.	En la evaluación de calidad fisicoquímica y microbiológica se evidencia un incumplimiento en él 41% de las muestras de la región del piedemonte. El índice de verificación seria la disminución del incumplimiento de estos parámetros a un nivel por debajo del 10% de incumplimiento

(4) Diversificar los productos de la colmena	Los ingresos monetarios o capacidad económica son una debilidad de la mayoría de los apicultores de la región del piedemonte de Casanare, algunos de los apicultores no cuentan con una capacidad productiva suficiente para que sea sostenible, esto se atribuye a que tienen un bajo número de colmenas instaladas debido a que realizan la apicultura cómo una actividad paralela a otras actividades económicas principales, a esta situación además se suma que se obtiene principalmente un solo producto de la colmena cómo lo es la miel de abejas. Al presentarse una producción de solo miel de abejas los mercados locales llegan a un punto de estar saturados con el producto y disminuir las ventas. Se hace necesario buscar alternativas de subproductos fabricados a partir de materiales producidos por las abejas en la colmena, cómo la cera, propóleo, polen, hidromieles, jalea real, material biológico, servicios de polinización, apitoxina e incluso él turismo relacionado con la apicultura son material con el cual se pueden producir ingresos adicionales a la actividad apícola.	**Apicultores** Deben disponer de actitud de participación y tiempo para aprender sobre innovación y fabricación de otros productos de la colmena. Además deben aportar material para realizar prácticas de producción. **Entidades de carácter Académico e investigativo** Entidades académicas cómo el SENA deben abrir espacios de enseñanza sobre la fabricación de productos con material producido en la colmena. **Asociaciones locales de productores apícolas** Gestionar con grupos de investigación o entidades de carácter académico la realización de talleres de innovación y nuevos productos de la colmena **Entidades gubernamentales locales (Alcaldía municipal y Gobernación departamental)**. Patrocinar a un grupo de apicultores de cada región para participar en talleres seminarios, congresos u otros eventos de carácter nacional o internacional donde se pueda conocer y evidenciar casos de éxito con otros productos de la colmena.	Se debe definir por las asociaciones de apicultores de cada región un listado con los apicultores que presenten las características solicitadas para ser postulados a la participación de sesiones de entrenamiento en fabricación de diferentes productos apícolas de la colmena y que posteriormente pueda y garantice la enseñanza a sus colegas en la región. Las entidades gubernamentales locales y departamentales a través de sus proyectos de fomento de innovación debe incluir a los apicultores del piedemonte, con el objetivo de empezar a diversificar los productos a base del material producido por las abejas en la colmena y cubrir una franja en esos mercados. En un plazo de 3 años se debe acompañar e impulsar a los apicultores en la producción de nuevos productos y debe ser respaldada y complementada con la capacitación en mercadeo y marketing digital, de manera que se encuentre nuevos clientes y se abran nuevos mercados.	Fabricación de nuevos productos especialmente en las unidades productivas más alejadas de los centros poblados o grandes ciudades donde el flujo de venta de productos de miel puede ser mayor. Fabricación en las unidades productivas del piedemonte de Casanare de un producto diferentes a la miel de abejas cómo por ejemplo aceites, hidromieles, hidratantes labiales, extractos etanolicos a base de propóleos, servicios de polinización dirigida a cultivos etc. En un plazo de 3 años	Casos de éxito de productos diferentes a la miel de abejas Un caso de éxito por municipio en él desarrollo de productos diferentes a la miel

(5) Implementación de certificaciones o sellos de calidad	Los sellos de calidad son certificaciones que comúnmente se gestionan de manera voluntaria por los productores o empresas y estas implican un esfuerzo y destino de recursos para su obtención. Está gestión requiere entonces de la toma de decisión por parte de los propietarios de los apiarios o de los lideres de las asociaciones. La gestión y obtención de una certificación en calidad representa un ventaja competitiva para las empresas o asociaciones de apicultura debido a que los productos se valorizan. En general las certificaciones en la calidad solicitan él cumplimiento de una serie de programas y sistemas de gestión que requieren de registros y documentación continua relacionados con los procesos que se llevan a cabo en la unidad productiva desde etapas primarias hasta las de venta y comercialización. En él diagnóstico se notó que estas tareas de documentación y registro en las unidades productivas son una debilidad. Aunque la ubicación particular en él piedemonte es una ventaja en el sentido de ubicación geográfica especial, por ello hay que aprovechar estas fortalezas usando las características de diferenciación de las mieles y disminuir esas debilidades.	**Asociaciones locales de productores apícolas** Las asociaciones deben acompañar en los procesos de certificación que lleve alguno de sus asociados, en caso de contar con la experiencia prestar el servicio de asesoramiento. De manera paralela gestionar la presencia de los apicultores o directores de las empresas apícolas en capacitaciones de gestión de la calidad y desarrollo empresarial. **Apicultores** Deben disponer del ánimo para realizar las certificaciones cómo también destinar recursos y tiempo para lograr el objetivo **Entidades gubernamentales locales (Alcaldía municipal y Gobernación departamental)**. Apoyar la gestión de productos diferenciados de su región o departamento, a través del apoyo de los expertos que hagan parte de sus grupos de trabajo, cómo secretarias de desarrollo, secretarias de turismo u otros que aporten a consolidar marcas por su localización geográfica	La certificación de algún sello de calidad normalmente pude tomar largos tiempos y actividades adicionales, por lo que se proyecta a un largo plazo de 5 años la implementación de alguna certificación para las asociaciones de los municipios. Se debe evaluar y mejorar la existencia de sistemas de gestión de la calidad en la fabricación de miel de abejas. Iniciar las capacitaciones en temas de sistemas de gestión calidad para elaborar los planes de control de calidad cómo él HACCP, establecer programas de saneamiento para los centros de acopio o de envasado de la miel. La capacitación y el desarrollo de todos estos insumos debe revisarse semestralmente con el fin de avanzar en la documentación o implementar las modificaciones necesarias para presentar la solicitud de certificación.	Se espera que las asociaciones participen y tomen la decisión a corto plazo de iniciar el proceso de certificación en un sello de calidad, al menos una figura por municipio para certificaciones cómo él origen Colombia, y al menos 10 apicultores de cada municipio del piedemonte de Casanare se certifiquen en BPAP esto en un plazo largo de 5 años.	Punto base: Sellos de calidad presentes en las asociaciones o apicultores del piedemonte de Casanare: 0 Meta: certificación en sellos de calidad orgánico 1 por municipio Certificación en BPAP, 10 apicultores por municipio

4.1 Conclusiones

La Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura tiene un gran potencial para convertirse en una actividad sostenible en el Piedemonte de Casanare, donde las condiciones climáticas y geográficas y el enorme recurso botánico, representan una ventaja para esta cadena, en especial en la producción de miel. Reconociendo, a través del diagnóstico realizado, que los principales retos para el crecimiento y consolidación de este sector recaen en aspectos como la asociatividad, el acceso a infraestructuras viales y un estado aún limitado de implementación de BPAP y BPM por parte de los apicultores en estos territorios, fue posible establecer algunas estrategias a desarrollarse a corto y mediano plazo para mejorar la producción de miel y valorizar este precioso recurso.

Estas estrategias fueron, a grandes rasgos: fortalecer y aumentar la capacidad productiva a través del incremento del número de colmenas y apiarios; fomentar la apropiación del conocimiento en BPAP por parte de los apicultores; fortalecer la capacidad tecnológica para postcosecha de miel; diversificar los productos de la colmena; implementar certificaciones y sellos de calidad. Se hace necesario estudiar más estrategias de mejora de calidad de la miel de abejas para los apiarios y asociaciones presentes en él piedemonte de Casanare.

Estructurar matrices DOFA ayuda a la implementación acertada de estrategias identificando las necesidades de los apicultores del piedemonte. Es evidente que algunas de las estrategias propuestas son posiblemente de difícil implementación en un corto plazo, especialmente sin un proyecto o planificación estratégica para su desarrollo, por lo que se recomienda profundizar o continuar su estudió e implementación por medio de este y otros proyectos investigativos de las instituciones académicas cercanas a la región o por proyectos de entes gubernamentales que lleven a cabo dentro de sus programas de desarrollo en la región. La Universidad Nacional de Colombia y en particular el ICTA, juegan un papel importante en que estas estrategias se articulen mejor y se implementen.

5. Conclusiones y recomendaciones finales

El diagnóstico de las prácticas apícolas para el proceso productivo de la miel de abejas en el Piedemonte de Casanare indicó que los apicultores tienen aún una baja apropiación de conocimiento en BPAP. Se encontró que en gran proporción los apicultores también desconocen los programas de higiene limpieza y desinfección. Los apicultores necesitan mejorar su capacidad tecnológica y productiva pues aún se realiza una producción de baja escala incluso en algunos casos solo se hace para él consumo interno del hogar. El área donde más se presentan inconformidades respecto a las recomendaciones de las guías apícolas es en las etapas finales que están relacionadas con él envasado, rotulado y etiquetado. La región del piedemonte de Casanare presenta ventajas competitivas frente a otras, al contar con una gran disponibilidad de recursos y alimento para el desarrollo sostenible de la apicultura y particularmente la oportunidad de producir mieles diferenciadas de otras regiones.

Una recomendación particular para él municipio de Sácama es la formalización de una asociación apícola pues es a través de estas figuras que se puede gestionar recursos y la inclusión en proyectos relacionados.

Se recomienda fortalecer conocimientos en las BPAP para disminuir los riesgos de contaminación y presencia de defectos en la miel de abejas, además de buscar certificarse ante el ICA en BPAP. Mejorar la capacidad productiva de los apiarios de la región para consolidarse en el país cómo una región productora.

El estudio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos vistos de manera individual dan la idea que las mieles del piedemonte de Casanare cumplen mayormente con los requisitos de calidad establecidos por las normas nacionales e internacionales, no obstante, cuando se hace él estudió de incumplimiento de manera conjunta de las muestras para ambos tipos de requisitos se encontró que él 41% no cumplen con alguno de estos requisitos establecidos en las normas internacionales o nacionales. Esto concuerda con los resultados del diagnóstico de las prácticas que realizan los apicultores en el proceso, la baja implementación de BPAP y BPM se reflejan en la afectación a las características fisicoquímicas y microbiológicas de la miel de abejas.

Los resultados fisicoquímicos de las muestras del municipio de Yopal presentaron valores distintos en algunos parámetros respecto a los demás municipios del piedemonte e incluso de mieles de otras regiones de Colombia, se presume que pueden ser debido a alguna característica especifica en su composición que es otorgada por su origen geográfico o su origen botánico.

Se recomienda el fortalecimiento de los conocimientos de los apicultores en programas de limpieza y desinfección, manipulación de alimentos y BPM, para disminuir los riesgos de contaminación en la cosecha y obtención de la miel de abejas.

Se recomienda continuar con el estudio de más características de las mieles provenientes de la región de El Morro - Yopal para determinar con más detalle, si tienen realmente la posibilidad de diferenciación.

La implementación de las estrategias de mejora implica la participación de distintos actores con tareas y tiempos establecidos para lograr el objetivo. Estas deben ser acogidas cómo una guía para desarrollarlas a una manera más específica para cada municipio por parte de alguno de los actores involucrados.

Se recomienda profundizar a través de un análisis DOFA las estrategias propuestas en el presente trabajo, desarrollar estrategias para su comunicación a los entes interesados y estudiar más estrategias para la mejora de calidad y desarrollarlas en conjunto con los actores participantes de modo que sean más efectivas y logren un aporte real.

Finalmente, se resalta que al momento de entrega de este documento, en los municipios de Chámeza, Yopal, La Salina y Sácama, se llevaron a cabo talleres teórico prácticos en las temáticas: (1) calidad e inocuidad de alimentos y buenas prácticas en la producción de miel de abejas (8 horas) y (2) calidad fisicoquímica y sensorial de mieles de abeja (8 horas), en un esfuerzo conjunto entre el ICTA, la Facultad de Ciencias Agrarias y la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, por parte de la Universidad y los apicultores de la región, quienes dedicaron varias jornadas a estas actividades. En estos talleres participaron más de 70 apicultores, lo cual contribuyó de forma directa a la estrategia relacionada con la apropiación social de conocimiento en BPAP y se lograron redes de

colaboración directa entre la Universidad y los apicultores, lo cual facilitará a futuro la continuidad de un trabajo mancomunado para la consolidación de la apicultura en Casanare.

6. Bibliografía

Alcaldía de Chámeza. (2018). *Geografia*. http://www.chameza-casanare.gov.co/municipio/geografia

Alcaldía de La Salina. (2019, marzo 26). *Nuestro Municipio* . https://www.lasalina-casanare.gov.co/municipio/nuestro-municipio

Alcaldía de Sácama. (2022). *Historia de Sácama* . http://www.sacama-casanare.gov.co/municipio/historia-de-sacama

Alcaldía de Yopal. (2019, julio 11). *Nuestro Municipio* . https://www.yopal-casanare.gov.co/municipio/nuestro-municipio

Baudi Dergal, S. (2013). *Química de los Alimentos* (Quinta Edición). Pearson Educación.

Bentabol Manzanares, A., Hernández García, Z., Rodríguez Galdón, B., Rodríguez Rodríguez, E., & Díaz Romero, C. (2014). Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *LWT - Food Science and Technology*, *55*(2), 572–578. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.024

Biocarbono.org. (2023). *Biocarbono paisajes sostenibles bajos en carbono* . https://biocarbono.org/region/

Bogdanov, S. (2016). Honey Composition. *Bee Product Science*.

Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, *35*. https://doi.org/10.1051/apido:2004047

Campo Barrera, O. I., & Hincapié Llanos, G. A. (2023). Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Revista Mutis*, *13*(1), 1–28. https://doi.org/10.21789/22561498.1851

Cancillería. (2023). *Asuntos Ambientales-Biodiversidad*. https://www.cancilleria.gov.co/internacional/politica/ambiental

Castro, E., Quicazán, M., Mojica, A., & Zuluaga-Domínguez, C. (2023). Bioactive and physicochemical profile of honey collected from Colombian organic and conventional coffee growing areas. *Journal of Apicultural Research*, *62*(3), 518–529. https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1889221

Castro Mercado, L. (2018). *Evaluación de la composición, calidad y generación de valor de miel de abejas originaria de zonas forestales en la altillanura del departamento de*

Vichada [Tesis , Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63987/1066733730.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2020). *CHÁMEZA Memorias de la sal que nos dio la vida*.

Chamorro, F. J., León, D., Montoya-Pfeiffer, P. M., Solarte, V. M., & Nates-Parra, G. (2017). Botanical origin and geographic differentiation of bee-pollen produced in high mountains from the Colombian eastern Andes. *Grana*, *56*(5), 386–397. https://doi.org/10.1080/00173134.2017.1283440

Claro, R., Henao, J. P., & Medina, C. A. (2021). Abeja de la miel en Colombia. *Moreno, L. A., Andrade, G. I., Didier, G & Hernández, O. L. (Eds.). Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia.Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.* , 112.

Coll Cárdenas, F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M., & Mestorino, N. (2008). *Características microbiológicas de la miel. Revisión bibliográfica* (Número 2).

Correa Mosquera, A. R. (2015). *Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas*.

Díaz Moreno, A. C. (2009). *Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad físico-química y biológica de la miel*. Universidad de Zaragoza .

Dini, C. B., & García, N. (2022). *Manual de buenas prácticas en alimentación de abejas: un aporte a la calidad de miel argentina*. https://www.researchgate.net/publication/364139481

Directiva 2001/110/CE (2002).

Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2014). Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, *149*, 84–90. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.097

Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., & Carmen Seijo, M. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, *138*(2), 851–856. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.015

FAO. (2021). *FAOSTAT*. http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA.

Fennema, O. R. (2008). *Fennema's - Food Chemistry* (S. Demodaran, K. L. Parkin, & O. R. Fennema, Eds.; 4a ed.).

García Chaviano, M., Armenteros-Rodríguez, E., & Escobar-Álvarez, M. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Rev Méd Electrón*, *44*(1), 155–167.

Gobernación de Casanare. (2019a). *Boletín Estadístico de Casanare 2019*.

Gobernación de Casanare. (2019b, septiembre 18). *Casanare*. https://www.casanare.gov.co/ElCasanare/Paginas/Presentacion.aspx

Gobernación de Casanare. (2020). *Plan Departamental De Extensión Agropecuaria PDEA Casanare 2020-2023*.

Huidobro Canales, J. F., & Simal-Lozano, J. (1984). Parámetros de calidad de la miel IV. Cenizas. *Offarm, Volumen: 3 (10) (nº31)Páginas, inicial : 619 final: 623 Fecha: 1984*, *3*.

Huidobro Canales, J. F., & Simal-Lozano, J. (1985). Contribución a la determinación de azúcares en la miel. *Anales de Bromatología, Volumen: XXXVI(2) Páginas, inicial: 247 final: 264 1985 Fecha: 1985*, *36*.

Huidobro Canales, J. F., Simal-Lozano, J., RODRIGUEZ, I., & Luciano, A. (2023). Criterios de limpieza de la miel. *Boletín Apícola,Volumen: 24 Páginas, inicial: 33 final: 45*.

ICA. (2023). *Guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura y otros polinizadores*.

IDEAM. (2017). *Atlas Climatológico de Colombia*. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023777/CLIMA.pdf

IGAC. (2021). *Diccionario geográfico de Colombia*. https://diccionario.igac.gov.co/?_termino=481545

IHC. (2009). *Harmonised methods of the International Honey Commission*. http://www.phadebas.com/applications/food/distase_in_honey

ITSAP. (2014). *Guide des bonnes pratiques apicoles*.

MADR-CPAA. (2021). *Cadena de las Abejas y la Apicultura*. https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf

MADS. (2021, agosto 18). *Colombia avanza en acciones y proyectos con enfoque territorial para reducir emisiones*. https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/colombia-avanza-en-acciones-y-proyectos-con-enfoque-territorial-para-reducir-emisiones/

Martínez Anzola, T. (2006). *Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia*.

Medina Rodríguez, D. A. (2016). *Identificación de la huella digital para miel de abejas con origen en zonas cafeteras de Colombia*. Universidad Nacional De Colombia .

MICIT. (2023, diciembre). *Perfiles económicos departamentales/Casanare*. Oficina de estudios económicos. https://www.mincit.gov.co/getattachment/60551a37-011a-4295-b8f1-c6b21d272066/Casanare.aspx

MINCIT. (2023). *Perfiles Económicos Departamentales Departamento de Casanare*. https://www.mincit.gov.co/getattachment/60551a37-011a-4295-b8f1-c6b21d272066/Casanare.aspx

Missio da Silva, P., Gauche, C., Gonzaga, L., Gonzaga, A., Costa, R., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, *196*, 309. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051

Moreira, R. F. A., De Maria, C. A. B., Pietroluongo, M., & Trugo, L. C. (2010). Chemical changes in the volatile fractions of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chemistry*, *121*(3), 697–704. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.006

Mouteira, M. C. (2014). *Calidad de miel y su inocuidad: inocuidad alimentaria* (1a ed., Vol. 11).

Nates Parra, G., Montoya, P. M., Chamorro Fermín, J., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Origen geográfico y botánico de mieles de Apis mellifera (apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, *18*(3), 427–437. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319029232002

Norma Técnica Colombiana NTC 1273 (2007).

Opayome Acosta, D. C. (2021). *Caracterización y diferenciación de mieles de Colombia mediante aplicación de herramientas instrumentales sensoriales y propiedades fisicoquímicas* [Tesis , Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80155/1018420810.2021.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Ortega Bonilla, R. A., Chito Trujillo, D. M., & Suárez Ramos, C. A. (2016). Physicochemical characteristics of commercial eucalyptus honeys from Southwest Casanare. *Cienc Tecnol Agropecuaria*, 73–80.

Ortega-Bonilla, R. A., Morales-Hormiga, C. H., & Chito-Trujillo, D. M. (2021). Evaluation of physicochemical characteristics, phenolic compounds, mineral content, and color of commercial honeys from Cauca (Colombia). *Ciencia Tecnologia Agropecuaria*, *22*(2). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL22_NUM2_ART:1894

Prieto, M., Mouwen, J. M., López Puente, S., & Cerdeño Sánchez, A. (2008). Concepto de calidad en la industria Agroalimentaria. *Interciencia*, *33*, 258–264. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000400006&nrm=iso

Real Decreto 209/2002, Pub. L. No. BOE-A-2002-5016 (2002). https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-5016-consolidado.pdf

Resolución 8390 de 2023 (2023).

Salinas, C. A. (2021). *Inocuidad de la miel y productos apícolas: del panal a la mesa*. https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/67894

SIAC. (2021). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. Orinoquía. http://www.siac.gov.co/orinoquia

Silva Garnica, Diego., Arcos Dorado, A. L., & Gómez Díaz, J. Antonio. (2006). *Guía ambiental apícola* (Primera). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Simal-Lozano, J., & Huidobro Canales, J. F. (1984). Parámetros de calidad de la miel: III. pH, acidez total, acidez lactónica, total ; relaciones e índice de formol. *Offarm, Volumen: 3 (9) Páginas, inicial: 523 final: 532 Fecha: 1984*.

Singh, I., & Singh, S. (2018). Honey moisture reduction and its quality. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(10), 3861–3871. https://doi.org/10.1007/s13197-018-3341-5

Speck, M. L. (viaf)114453823. (1984). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (2nd ed.). Washington (D.C.) : American public health association. http://lib.ugent.be/catalog/rug01:001211748

STANDARD FOR HONEY CXS 12-1981 (2022).

Sueliman, M. H., ALaerjani, W. M. A., & Mohammed, M. E. A. (2020). Influence of altitudinal variation on the total phenolic and flavonoid content of Acacia and Ziziphus honey. *International Journal of Food Properties*, *23*(1), 2077–2086.

Suzanne Nielsen, S. (2010). *Food Analysis*. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1

Téllez Iregui, G., Rincón Yara, D. F., Figueroa Ramírez, J., Cubillos González, A., & Alape, Í. M. (2021). *Herramientas para la gestión integral en empresas apícolas colombianas*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80439

The Food Tech. (2023, agosto 1). *Criterios microbiológicos según el Codex Alimentarius*. Criterios microbiológicos según el Codex Alimentarius. https://thefoodtech.com/normatividad-y-certificaciones/criterios-microbiologicos-segun-el-codex-alimentarius/

USDA. (2010). *Información sobre Inocuidad de Alimentos*. Hongos en los Alimentos: ¿Son Peligrosos?

Vásquez Romero, R. E., Camargo Sánchez, E. R., Ortega Flórez, N. C., & Maldonado Quintero, W. D. (2015). *Implementación de buenas prácticas apícolas y mejoramiento genético para la producción de miel y polen*. Corpoica.

Vásquez Romero, R. E., Martínez Sarmiento, R. A., Ortega Flórez, N. C., & Maldonado Quintero, W. D. (2021). *Conceptos fundamentales de producción apícola* (2a ed.). Agrosavia. https://doi.org/10.21930/agro- savia.manual.7404104

Velásquez Ruiz, C. A., Gil, J. H., Urrego, J. F., Durango, D., & Castañeda, I. M. (2016). Análisis palinológico y fisicoquímico de miel de abejas (Apis mellifera l.) procedente de algunos municipios del oriente y suroeste de Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias*, *5*(2), 65–87. https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v5n2.60541

White, J. W. , Jr., & Landis, W. (1980). Honey Composition and Properties . En *Beekeeping In TheUnited States. Agriculture Handbook Number 335* (pp. 82–89).

White, J. W. J. (1975). *The hive and the honey bee* (pp. 491–530).

White Jr, J. W. (1979). Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*, *62*(3), 509–514. https://doi.org/10.1093/jaoac/62.3.509

Zuluaga, C., Diaz Moreno, C., & Quicazán, M. (2011). Quimiometría aplicada a la diferenciación por origen de productos de las abejas. *Alimentos Hoy*, *20*(24), 23–46. https://alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/15/15

Zuluaga-Domínguez, C., Nieto-Veloza, A., & Quicazán, M. (2018). Classification of Colombian honeys by electronic nose and physical-chemical parameters, using neural networks and genetic algorithms. *Journal of Apicultural Research*, *57*, 1–8. https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1339521

Anexo A. Encuesta productores apícolas

ENCUESTA DIAGNÓSTICA DE CALIDAD EN LOS PROCESOS DE OBTENCIÓN DE MIEL DE ABEJAS EN EL PIEDEMONTE DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE

Consentimiento Informado

Apreciado Apicultor

Mi nombre es Andrés Niño Aparicio, soy estudiante de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Como parte de mis estudios, estoy desarrollando un proyecto investigativo titulado “Evaluación y desarrollo de estrategias de mejoramiento de la calidad de mieles de abeja de unidades productivas del departamento de Casanare”, que permitirá conocer el estado actual de calidad de la miel en la región y plantear estrategias de mejora. Este proyecto tiene una finalidad académica; no tiene una finalidad comercial.

Quiero invitarla(o) a participar en el proyecto por medio de una encuesta que tendrá una duración aproximada de 20 minutos y las preguntas son sobre prácticas en el apiario, su participación en esta investigación no tiene ninguna recompensa material o económica y usted es libre de no participar, sin que ello le genere un perjuicio. Sus respuestas a esta encuesta se usarán exclusivamente para este proyecto y se archivarán de manera segura.
Su identidad será tratada de manera anónima, es decir se aplicara el principio de reserva estadística donde su información será analizada de manera conjunta con la respuesta de otros apicultores y servirá para la elaboración de artículos o

presentaciones académicas. Además, esta será conservada por cinco años, contados desde la publicación de los resultados, en la computadora personal del investigador.

Si lo desea puede contactarme escribiendo al correo anninoapa@unal.edu.co para extenderle los resultados parciales o finales.

Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética en Investigación de la universidad al correo: dib_bog@unal.edu.co

Si está de acuerdo con lo anterior y diligencia y participa en la encuesta aceptara el uso y tratamiento de sus datos.

Encuestador/: _____

Hora de Inicio: _____

Fecha	Día	Mes	Año

UBICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.

Municipio: _____ Vereda: _____

Ubicación centro de producción: Latitud: _____N Longitud: _____W Finca: _____ Nombre Apiario _____ Altitud_____

Productor: _____

1. ¿Hay abundancia y presencia de diversas especies vegetales en la zona?

   Si ☐ No ☐

   ☐ Frutales ☐ Cafe ☐ Caña ☐ Flores ☐ Cacao otros

   _____

2. ¿Hay disponibilidad de fuentes de agua cerca? Si ☐ No ☐

   ☐ Rio ☐ Quebrada ☐ Lago ☐ Pozo Tanque artificial Otros

   _____

3. ¿Las colmenas están ubicadas a menos de 2km a la redonda de fuentes de contaminación? Si ☐ No ☐

   _____

4. ¿Se puede acceder en vehículo al lugar de ubicación de las colmenas? Si ☐ No ☐

_____

5. ¿Se ubica las colmenas a más de 300 metros de casas, establos, vías públicas o escuelas? Si ☐ No ☐

   _____

6. ¿Se ubica las colmenas de su apiario a más de 1,5 Km de otro apiario?

Si ☐ No ☐

7. ¿Las colmenas en su apiario se distancian entre si a más de 1,5
   Si ☐ No ☐ _____

8. ¿Las colmenas están a una altura del suelo a más de 40cm? Si ☐ No ☐
_____

9. ¿Cuenta con más de un apiario en la finca? Si ☐ No ☐
   _____

10. ¿Con cuantas colmenas cuenta? _____

HERRAMIENTAS DE PROCESAMIENTO, MATERIAL Y ESTADO

11. ¿El material de las colmenas es de madera roble o pino en buen estado?
    Si ☐ No ☐ Otro ☐ _____

12. ¿Utiliza elementos de protección como overol, botas y guantes?
    Si ☐ No ☐ Otro ☐ _____

13. ¿Cuenta con ahumador, palancas, cepillos en buen estado? Si ☐ No ☐
    _____
    __

14. ¿Utiliza material como gasolina, aceite o algún derivado de hidrocarburos para el ahumador? Si ☐ No ☐ _____

15. ¿Qué material utiliza para encender el ahumador?
    _____

16. ¿Cuenta con centrifuga de plástico o acero inoxidable?
    Si ☐ No ☐ Otro ☐ _____

17. ¿Cuenta con cuchillo desoperculador manual o eléctrico de acero inoxidable?
    Si ☐ No ☐ Otro ☐ _____

18. ¿Tiene filtros o coladores de acero inoxidable? Si ☐ No ☐

19. ¿Utiliza alguno de los siguientes envases para el almacenamiento de la miel?

☐ Bidón ☐ Cuñetes de plástico ☐ Otros

_____

MANEJO DE COLMENAS, SELECCIÓN DE CUADROS Y TRANSPORTE

20. ¿Las piqueras están orientadas hacia la misma dirección y en dirección en contra del viento? Si ☐ No ☐

21. ¿Tiene enumeradas o marcadas las colmenas? Si ☐ No ☐

_____

22. ¿Cuenta con barreras naturales o artificiales de encerramiento como lona, malla, plástico o polisombra en buen estado?

Si ☐ No ☐ Otro ☐

_____

23. ¿Aplican agroquímicos en los cultivos aledaños?

_____ Si ☐ No ☐ __

24. ¿Aplica humo moderadamente en la piquera y la colmena? Si ☐ No ☐

25. ¿Escoge cuadros con al menos el 80% del opérculo? Si ☐ No ☐

26. ¿Selecciona cuadros de la cámara de cría con larvas dentro de las celdas abierta u operculadas? Si ☐ No ☐

27. ¿Ubica los cuadros seleccionados en una alza o recipiente limpio con tapa para transportarlos?

Si ☐ No ☐ Otro ☐

_____

28. ¿Deja que las alzas y cuadros tengan contacto directo con el suelo?

Si ☐ No ☐

29. ¿Transporta los cuadros o alzas para su extracción lejos del apiario?

Si ☐ No ☐

_____

30. ¿Qué medio de transporte utiliza para los cuadros colectados?

☐ Automóvil ☐ Moto ☐ Animal de carga ☐ Carretilla ☐ Otro

_____

COSECHA, BENEFICIO DE LA MIEL Y ALMACENAMIENTO

31. ¿En qué lugar realiza la extracción de la miel?

☐ Planta móvil ☐ En la vivienda ☐ Lugar exclusivo en la vivienda ☐ Otro

_____

32. ¿Evita el ingreso de abejas al lugar de extracción?

Si ☐ No ☐

33. ¿Cosecha en los días de lluvia o con alta humedad relativa?

Si ☐ No ☐

34. ¿Utiliza en la extracción elementos de protección personal como cofia, delantal, guantes, tapa bocas?

Si ☐ No ☐ Otro ☐ _____

35. ¿Realiza correcta limpieza y desinfección al cuchillo para retirar el opérculo?

Si ☐ No ☐

36. ¿Utiliza un peine en acero inoxidable para retirar restos del opérculo?

Si ☐ No ☐

37. ¿Desopercula sobre:

Bandeja Caneca Olla Otro recipiente? _____

38. ¿Qué tipo de extracción realiza?

Prensado Centrifugación Otra_____

39. ¿Limpia y desinfecta correctamente la centrifuga antes y después de ser utilizada?
Si No

40. ¿Realiza filtrado después de la centrifugación o el prensado y antes de envasar la miel? Si No

41. ¿La filtración de la miel la realiza con:
¿Colador de acero inoxidable Colador de plástico Toldo?
Otro _____

42. ¿Aplica algún calentamiento a la miel? Si No

_____

43. ¿En qué recipientes almacena la miel?

Recipiente Nuevo Recipientes reutilizado Cuñetes Pimpina
Otros_____

44. ¿Lleva registros de la producción de las colmenas? Si No

45. ¿Rotula los envases con información del apiario, empresa, región, contenido y fecha de colecta?
Si No

46. ¿Codifica el lote de producción? Si No

47. ¿Realiza almacenamiento de los envases en un lugar fresco, ventilado y aislado de humedad y rayos directos del sol?

Si ☐ No ☐

Productor y/o encargado

_____ _____

Nombre Firma Productor y/o encargado

Inspector /Encuestador

_____

_____

Nombre Firma Inspector/Encuestador

Hora Finalización Encuesta: _____