

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN ALIMENTACIÓN DE ABEJAS

Un aporte a la calidad de la miel argentina

Compiladores: Cecilia B. Dini y Norberto García



Convenio INTA NEXCO
Alianza Estratégica para la Miel Argentina de Calidad



MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN ALIMENTACIÓN DE ABEJAS

Un aporte a la calidad de la miel argentina

autoría

compiladores

Ing. Agr. Cecilia B. DINI (INTA)
Ing. Agr. Norberto GARCÍA (Univ. Nac. del Sur)

cap. 1

EL FRAUDE EN EL MERCADO INTERNACIONAL

Ing. Agr. Norberto GARCÍA (Univ. Nac. del Sur)
Ing. Agr. Mg Sc Enrique BEDASCARRRASBURE (INTA)
Lic. Javier M. NASCEL (NEXCO S.A)
Dra. Ma. Alejandra PALACIO (INTA)
Lic. Sebastián ROJO (INTA)

cap. 2

LA DETECCIÓN DE LAS ADULTERACIONES EN LA MIEL

Dra. Marisa AMADEI ENGHELMAYER (NEXCO S.A.)
Ing. Qco. Luis MALDONADO (INTA)
Bioqca. Virginia María SALOMON (INTA)
Dr. Alejandro ÁLVAREZ (INTA)
Lic. Mg Sc Mónica GAGGIOTTI (INTA)

cap. 3

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE ABEJAS

Med. Vet. Joaquín MOJA (INTA-CONICET)
Dra. Graciela RODRIGUEZ (INTA)
Lic. Biol. Mg SC Ma. Belén BEDASCARRRASBURE (INTA)

cap. 4

BUENAS PRÁCTICAS EN ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL DE LAS COLONIAS

Ing. Agr. Carlos Gustavo CABRERA (INTA)
Med. Vet. Emilio FIGINI (UNICEN)
Med. Vet. Alfonso LORENZO (MAGYP)
Med. Vet. Joaquín MOJA (INTA-CONICET)
Ing. Agr. Norberto GARCÍA (Univ. Nac. del Sur)

cap. 5

GESTIÓN DE LA CALIDAD: UNA OPORTUNIDAD PARA LA APICULTURA ARGENTINA

Ing. Agr. Mg Sc Enrique BEDASCARRRASBURE (INTA)
Lic. Javier M. NASCEL (NEXCO S.A)
Lic. Cecilia LANUSSE (SENASA)



Convenio INTA · NEXCO
Alianza Estratégica para la Miel Argentina de Calidad



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Manual de buenas prácticas en alimentación de abejas : un aporte a la calidad de la miel argentina / Cecilia Beatriz Dini ... [et al.] ; compilación de Cecilia Beatriz Dini ; Norberto García ; editado por Cecilia Beatriz Dini ; ilustrado por María Belén Bedascarrasbure. - 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Cecilia Beatriz Dini, 2022.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-88-5180-8

1. Apicultura. 2. Nutrición. 3. Miel. I. Dini, Cecilia Beatriz, comp. II. García, Norberto, comp. III. Bedascarrasbure, María Belén, ilus.
CDD 638.13

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Se enmarca dentro del Programa Apícola del INTA (PROAPI), Convenio INTA- NEXCO S.A.

Centro de Investigación de Agroindustria
INTA Castelar
2022

Diseño:
Federico Miri | Comunicación INTA Balcarce

*Este libro
cuenta con licencia:*





convenio INTA-NEXCO

Una alianza estratégica para la miel argentina de calidad

Tanto NEXCO S.A. como el INTA-PROAPI han manifestado desde sus orígenes un fuerte compromiso con la calidad, orientado a satisfacer la demanda de los mercados más exigentes y focalizando su tarea para garantizar a los consumidores una miel genuina tal cual la producen las abejas.

Entendiendo a la articulación público-privada como un elemento esencial para el desarrollo de cadenas de valor competitivas en las condiciones de mercado de la economía global, y con el espíritu de complementar las fortalezas del sector científico tecnológico con una empresa exportadora líder, el 6 de marzo de 2009 se concretó el Convenio INTA - NEXCO S.A. A partir de ese momento se viene desarrollando una fructífera tarea para posicionar a la miel argentina de calidad en el mundo, respondiendo en tiempo y forma a las crecientes exigencias del mercado.

Para liderar el mercado global de miel de calidad, el nuevo contexto exige al sector apícola argentino respuestas rápidas y consistentes a exigencias crecientes; lo que sólo puede lograrse combinando las fortalezas y capacidades del sector privado con el científico tecnológico. Por ese motivo, el trabajo conjunto del INTA-PROAPI con NEXCO S.A. no sólo ha permitido avanzar de modo contundente hacia la visión compartida, sino que también ha logrado conformar un potente equipo de trabajo público-privado en condiciones de afrontar nuevos desafíos.

Si bien combinar la lógica empresarial con la del sector de ciencia y técnica no es una tarea sencilla, la poderosa sinergia lograda compensa con creces el esfuerzo, dotando a las partes de nuevas fortalezas y al sector apícola argentino de una capacidad de respuesta mucho más eficaz. Esa sinergia se expresa en el logo que identifica el accionar conjunto de INTA y NEXCO S.A. para que Argentina pueda ofrecer al mundo miel de la más alta calidad.

En el logo se funden los colores que identifican a ambas instituciones para conformar una celda donde se gestan nuevas iniciativas para la miel de calidad con enfoque de cadena y con la participación de todos los actores involucrados.



Comprender en tiempo real las exigencias del mercado, generar respuestas rápidas, remover obstáculos, aprovechar oportunidades y sobre todo mostrarse al mundo como un sector organizado con fuerte compromiso por la calidad, han sido productos del convenio que impactaron de modo concreto y verificable sobre la competitividad de la apicultura argentina.

Sin lugar a dudas, el presente manual, desarrollado para ayudar a superar las nuevas exigencias originadas en la lucha contra el fraude, muestra uno de los productos más avanzados generados en el marco del convenio. El nuevo contexto del mercado trae como consecuencia nuevas exigencias y el sector responde rápidamente para dar respuesta, visualizando una cadena de valor inteligente con la participación de una empresa envasadora líder en Alemania, el exportador, los apicultores organizados y los diferentes actores del estado involucrados en el proceso.

Todos los que conformamos el equipo del Convenio INTA-NEXCO estamos muy satisfechos con los resultados logrados, pero siempre conscientes de que los principales desafíos están por venir.



agradecimientos



A la Lic. Biol. M. Sc. María Belén Bedascarrasbure que con talento y generosidad ilustró las buenas ideas del equipo.

A Jorge Barreto, por su generosa colaboración.

A Federico Miri, quien con profesionalismo y generosidad diseñó el Manual, haciéndolo atractivo y dinámico para la lectura.

Valoramos y agradecemos los aportes y opiniones de las personas que se mencionan a continuación que permitieron anclar en la realidad los conceptos de este Manual:

- » Frank FILODDA, Fürsten-Reform, Alemania
- » Ing. Agr. Mercedes NIMO, Directora de Alimentos - MAGyP de la Nación
- » Ing. Qca. María Jimena PLÁCIDO, Gerente de producción en Nexco S.A.
- » Lic. Javier GONZÁLEZ, Encargado comercial Cooperativa Norte Grande, Tucumán
- » Eduardo HODEL, Apicultor - Vicepresidente Cooperativa COSAR, Santa Fe
- » Ing. Juan Carlos DENTIS, Apicultor - Secretario Cooperativa Qualitas, Mar del Plata, Bs.As.
- » Gustavo LÓPEZ, Apicultor - Federación de Cooperativas Apícolas de Entre Ríos
- » Fernando BOTTARO, Apicultor, La Pampa
- » Mario GALLO, Apicultor - Cooperativa Norte Grande, Tucumán
- » Daniel AVENA, Técnico en manejo y desarrollo apícola - Titular de Cabaña Apícola Vista Flores, Mendoza
- » Hernán BOTTARO, Apicultor, Lincoln, Buenos Aires
- » Darío STATO, Apicultor, Ayacucho, Buenos Aires
- » Matías ERVITI, Apicultor, Ayacucho, Buenos Aires
- » Ignacio SASSOU, Apicultor, Tandil, Buenos Aires
- » Anselmo MARTZ, Apicultor, Teniente Origone, Buenos Aires
- » Med. Vet. (MSc) Andrea AIGNASSE, Coordinadora del Programa para el Desarrollo Apícola de la Pcia. de Formosa
- » Ing. Agr. Ariel LEDESMA, Técnico INTA-PROAPI - E.E.A. Santiago del Estero
- » Dra. Laura GURINI, Investigadora INTA-PROAPI - E.E.A. Delta del Paraná, Buenos Aires
- » Germán MASCIÁNGELO, Técnico Agencia de Extensión Rural Gálvez, Santa Fe
- » DELEDDA Hnos, Arteaga, Santa Fe
- » Ing. Agr. (MSc) Paola CRISANTI, Extensionista, INTA-POAPI - E.E.A. Hilario Ascasubi, Buenos Aires
- » Vet. Luis ZAGO, Técnico INTA-PROAPI - A.E.R. Sáenz Peña, Chaco
- » Dr. Gerardo GENNARI, Investigador - INTA-PROAPI - E.E.A. Famaillá, Tucumán
- » Darío SILVA, Apicultor, Tandil, Buenos Aires
- » Fidel BALISA, Apicultor, Brandsen, Chascomús, Buenos Aires
- » Tco. Apic. Renato FARFÁN - Cooperativa Flor de Garabato - El Galpón - Salta
- » Emanuel VANNUCCI, Apicultor - Cooperativa Flor de Garabato, El Galpón, Salta
- » Dra. Karenina MARCINKEVICIUS, Investigadora - INTA-PROAPI - E.E.A. Famaillá, Tucumán.



contenido



cap. 1 EL FRAUDE EN EL MERCADO INTERNACIONAL	9 - Introducción 9 - El mercado internacional: oferta y demanda de miel 12 - El fraude de la miel 12 - La opinión de los protagonistas sobre el mercado internacional de la miel (video) 13 - El trabajo contra el fraude 14 - La posición argentina frente al fraude 16 - La lucha contra el fraude: ¿una oportunidad para la apicultura argentina? 19 - Bibliografía
cap. 2 LA DETECCIÓN DE LAS ADULTERACIONES EN LA MIEL	20 - Introducción 20 - La detección de adulteraciones en la miel 21 - ¿Cuál es la composición de la miel? 22 - Los adulterantes de la miel 23 - ¿Cómo es posible distinguir si un azúcar es foráneo a la miel a través de un análisis de laboratorio? 23 - Los análisis de miel para verificar su calidad 24 - El viaje de una muestra en el maravilloso mundo de los análisis de laboratorio (video) 32 - Resumiendo 34 - Bibliografía
cap. 3 NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE ABEJAS	36 - Introducción 37 - Nutrición y alimentación 39 - Las sustancias naturales recolectadas por las abejas: 47 - ¿Qué necesitan las abejas durante su desarrollo? 49 - Las necesidades nutricionales de la colonia 57 - La nutrición de las colonias afecta la salud de las abejas y su productividad 61 - La alimentación artificial de las colonias de abejas 61 - Alimentación artificial de las abejas (video) 71 - La necesidad de implementar la alimentación estratégica como parte del sendero tecnológico aplicado en el manejo del apiario 73 - Bibliografía
cap. 4 BUENAS PRÁCTICAS EN ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL DE LAS COLONIAS	78 - Introducción 78 - La alimentación es una componente del sendero tecnológico 79 - ¿Qué son las buenas prácticas y cómo se aplican? 81 - Experiencias en alimentación de colonias (video) 81 - ¿Cuándo se usa la alimentación artificial energética? 91 - Recomendaciones sobre la alimentación con suplementos de polen 93 - Finalizando: algunos conceptos a tener en cuenta 95 - Bibliografía
cap. 5 GESTIÓN DE LA CALIDAD: UNA OPORTUNIDAD PARA LA APICULTURA ARGENTINA	97 - Introducción 97 - Gestión voluntaria de la calidad: los apicultores organizados hacen la calidad de la miel 97 - Miel argentina de calidad: cadena de valor inteligente (video) 100 - Trazabilidad: el sistema oficial y obligatorio que garantiza la procedencia de la miel 101 - Auditorías: el sistema privado y voluntario que garantiza la calidad del producto y el cumplimiento de acuerdos comerciales 105 - Una oportunidad para Argentina 107 - Bibliografía

INTRODUCCIÓN

Cecilia Dini y Norberto García

La organización del sector apícola, el desarrollo tecnológico y la gestión de la calidad permitieron a la Argentina posicionarse como primer exportador de miel de calidad.

Estas fortalezas del sector se apoyan en características propias de la apicultura argentina, un sector integrado mayoritariamente por pequeños y medianos apicultores organizados, con una creciente vinculación interinstitucional y fuertes alianzas público privadas que permiten afrontar en conjunto nuevos desafíos.

Es la alianza estratégica entre NEXCO SA y el INTA PROAPI, lo que ha permitido visualizar un posible problema en la comercialización de la miel argentina de exportación: el rechazo de la miel por presencia de azúcares foráneos detectados con nuevas metodologías de alta sensibilidad. Definir el problema, permite ofrecer caminos para mitigar daños, y hasta transformar un problema en una oportunidad para la apicultura argentina. De eso, se trata este Manual.

Si bien se percibe un aumento del consumo de miel en el mercado interno (consecuencia de acciones a nivel país, mayor diversificación y desarrollo de nuevos productos), el 95 % de la miel de Argentina se exporta y el sector depende fundamentalmente de los precios internacionales.

La situación a nivel mundial, por lo tanto, condiciona los resultados de la actividad apícola en Argentina. El fraude de la miel, que actualmente involucra entre otros a varios países asiáticos, ha afectado el mercado internacional y especialmente a los países americanos reconocidos por la calidad de sus mieles. Entre las adulteraciones más frecuentemente detectadas pueden mencionarse: la dilución de la miel con jarabes (maíz, arroz, remolacha, etc.), la cosecha de miel inmadura y posterior secado por vacío, el uso de resinas de Intercambio Iónico, falsificación del origen botánico o geográfico, y la alimentación de las colmenas durante el flujo de néctar.

Esas acciones deshonestas ponen en riesgo el desarrollo de la apicultura tal como hoy la conocemos. Tan serio es el problema que APIMONDIA, en alineación con el CODEX ALIMENTARIUS, ha publicado una Declaración sobre el Fraude en la Miel que establece que *"El producto que resulte de cualquiera de los métodos fraudulentos descritos anteriormente no podrá ser llamado 'miel', ni las mezclas que lo contengan"*.

La detección de adulteraciones ha impulsado e impulsa el uso de nuevos métodos que poseen una mayor sensibilidad para la detección de azúcares foráneos a la miel. Esos azúcares foráneos pueden provenir tanto de la adulteración intencional y deshonestas de la miel como así también de la contaminación accidental y no intencional con productos derivados de la alimentación artificial de las colmenas.

La alimentación artificial es una práctica útil y frecuente, usada de manera estratégica a nivel mundial. En los últimos años, la intensificación de la producción agropecuaria y el cambio climático demandan cada vez más el uso estratégico de esta herramienta.

El trabajo realizado en el INTA PROAPI ha permitido ajustar senderos tecnológicos que mejoraron la productividad de la colmena preservando la calidad de sus productos, y que incluyen el uso de la alimentación artificial. Estos senderos han sido adoptados por un importante número de apicultores.

Dado el marco analítico actual, y para evitar el rechazo de nuestras mieles al momento de la comercialización en algunos mercados, resulta necesaria la capacitación de nuestros productores apícolas en buenas prácticas apícolas para la alimentación artificial de las colmenas. De esa manera, se evitará que nuestros apicultores, que usan honesta y correctamente la herramienta de alimentación artificial de sus colmenas, sean acusados injustamente de prácticas deshonestas, manteniendo el máximo nivel de calidad y prestigio de nuestro producto.

Sin lugar a dudas, si es bien utilizada, la situación antes descripta puede constituir una oportunidad para países como Argentina que producen miel de calidad y cuentan con un sistema oficial de trazabilidad. En este sentido, se debe insistir con la aplicación de las Buenas Prácticas Apícolas, prestando atención a algunos detalles que, en otros momentos no eran quizás tan relevantes.

Considerando la situación del mercado internacional relativo al fraude en mieles, la sensibilidad creciente de los métodos de detección de azúcares foráneos a la miel, y la frecuente práctica de alimentación artificial por parte de los apicultores, se dictó el curso masivo virtual sobre Buenas Prácticas Apícolas para la Alimentación Artificial de las Abejas. El curso ayudó a entender el proceso y a fortalecer el uso de las mejores prácticas relacionadas con la alimentación artificial, evitando la contaminación de la miel y aprovechando esta oportunidad para mantener la calidad y los precios de la miel argentina en el mercado global.

Para seguir profundizando los contenidos, y teniendo en cuenta los riquísimos intercambios entre apicultores, técnicos e investigadores que se dieron durante el curso, el equipo integrado por profesionales de INTA Argentina y NEXCO SA elaboró este Manual, que resume lo que actualmente se conoce sobre este tema.

Apicultores, técnicos e investigadores apostaron por hacer la calidad cuando el mercado no lo premiaba, ¿cómo no comprometerse en hacer la calidad ahora y aprovechar esta oportunidad? ¿Cómo no trabajar para ajustar lo que sea necesario? ¿Cómo no permitirse el sueño de trabajar juntos: las instituciones públicas, los apicultores, sus organizaciones, los exportadores y los demás actores del sector para consolidar una cadena de valor inteligente impulsada por las preferencias y requisitos del comprador y sostenida por las relaciones de confianza comprador-vendedor? ¿Cómo resistirse al

sueño de que la miel argentina de calidad mantenga su identidad en el mundo? ¿Cómo no permitirse el sueño de asumir los registros, la trazabilidad, los análisis de laboratorio como aliados que permitan demostrar la calidad y posicionar la miel en los mercados más exigentes y que mejor pagan?

Indudablemente, el desafío es grande, pero, si se comparte el sueño y se ponen los esfuerzos de todos en el mismo sentido, cada día, cada cosecha, se estará más cerca de alcanzarlo.

Este es el compromiso:

“SEGUIR TRABAJANDO
JUNTOS, APOSTANDO
A LA CALIDAD Y A
PRODUCIR LA MEJOR
MIEL:
LA MIEL **ARGENTINA** DE
CALIDAD”



cap. 1

EL FRAUDE EN EL MERCADO INTERNACIONAL

Norberto García, Enrique Bedascarrasbure, Javier Nascel, M. Alejandra Palacio y Sebastián Rojo

INTRODUCCIÓN

Para solucionar un problema, primero hay que reconocerlo. Por lo tanto, el primer paso es reconocer que el fraude de la miel en el mercado internacional es un problema que afecta a la apicultura mundial y también a la argentina.

La miel es un producto que los consumidores asocian con la naturaleza y la salud. Con las particularidades de su origen floral, la miel genuina ha mantenido su sabor, su olor, su textura durante miles de años.

El fraude en la miel va cambiando estas características. ¿Qué sucedería si no se defiende la miel de calidad? Con el tiempo, la miel genuina iría desapareciendo, la apicultura como la conocemos desaparecería también, todos adulterarían la miel y el consumidor se acostumbraría y perdería su valoración acerca de las bondades de la miel genuina.

Por eso, la comunidad apícola internacional ha reaccionado y esto está produciendo cambios en el mercado internacional y en las relaciones entre los diferentes eslabones de la cadena de valor.

El desafío es generar una cadena de valor inteligente, traccionada por las preferencias y exigencias de los consumidores, sostenida en la calidad que se preserva desde el apiario, con registros y transparencia a lo largo de todo el proceso productivo, construyendo confianza entre compradores y vendedores. Es la propuesta para transformar un problema en una oportunidad y de eso, se trata este primer capítulo.

EL MERCADO INTERNACIONAL: OFERTA Y DEMANDA DE MIEL

En los últimos quince años, las exportaciones totales de los cinco principales países exportadores de miel de América (Argentina, Brasil, Canadá, México y Uruguay) se han mantenido relativamente estables (Figura 1.1). Esa tendencia a la estabilidad refleja los grandes esfuerzos que se han realizado en esta parte del mundo ante las dificultades productivas crecientes por el avance de la deforestación, la expansión e intensificación de la agricultura; en un marco de precios del producto no siempre alentador.

Por su parte, los cinco principales países exportadores de miel del Este (China, India, Ucrania, Vietnam y Tailandia) mostraron un volumen de exportación también estable hasta 2010. Sin embargo, a partir de ese año y hasta 2015, estos países aumentaron sus exportaciones totales a un ritmo sorprendente, para luego continuar con un aumento más moderado (Figura 1.1).

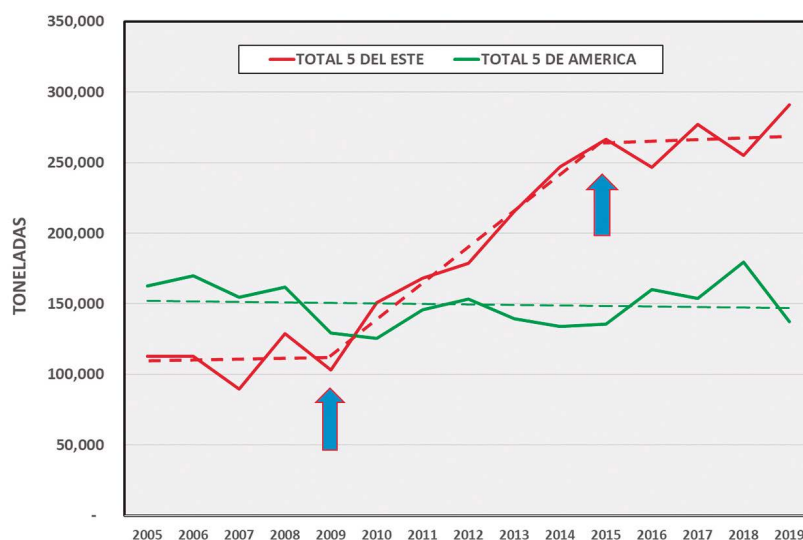


Figura 1.1
Exportaciones de miel de
dos grupos de países.

Fuente: CERA-ITC-UN-
COMTRADE

Las estadísticas de los últimos años muestran que la demanda mundial de miel crece sin pausa. Ese aumento de la demanda se produce por un aumento vegetativo de las poblaciones de algunos países consumidores e importadores, pero también por una valoración creciente por parte de los consumidores de los productos naturales tales como la miel.

La producción de miel es bastante inelástica, es decir no crece rápidamente aún ante un aumento significativo de la demanda. Un eventual aumento del número de colmenas, a través de la generación de nuevos apicultores o del crecimiento del tamaño de las explotaciones ya establecidas, es un proceso que demanda tiempo. Además, más colmenas no necesariamente significan más miel en un marco global como el actual de constante crecimiento de las áreas agrícolas dedicadas a la producción de cultivos como la soja que reemplazan a las praderas de leguminosas y a los bosques nativos. Es por ello que resulta sorprendente el empujado aumento que exhibieron las exportaciones de cuatro de los cinco países del Este (China, India, Vietnam y Ucrania) que luego de 2010 casi duplicaron sus exportaciones con sólo un 6 % de aumento en el número de colmenas (al menos declaradas) (Figura 1.2)

Por el lado de los precios, durante el período 2005-2007 el precio promedio de las mieles provenientes de los cinco principales países exportadores del continente americano (Argentina, Brasil, Canadá, México y Uruguay) era similar al precio promedio de la miel de los cinco principales exportadores del hemisferio oriental (China, India, Ucrania, Vietnam y Tailandia) (Figura 1.3).

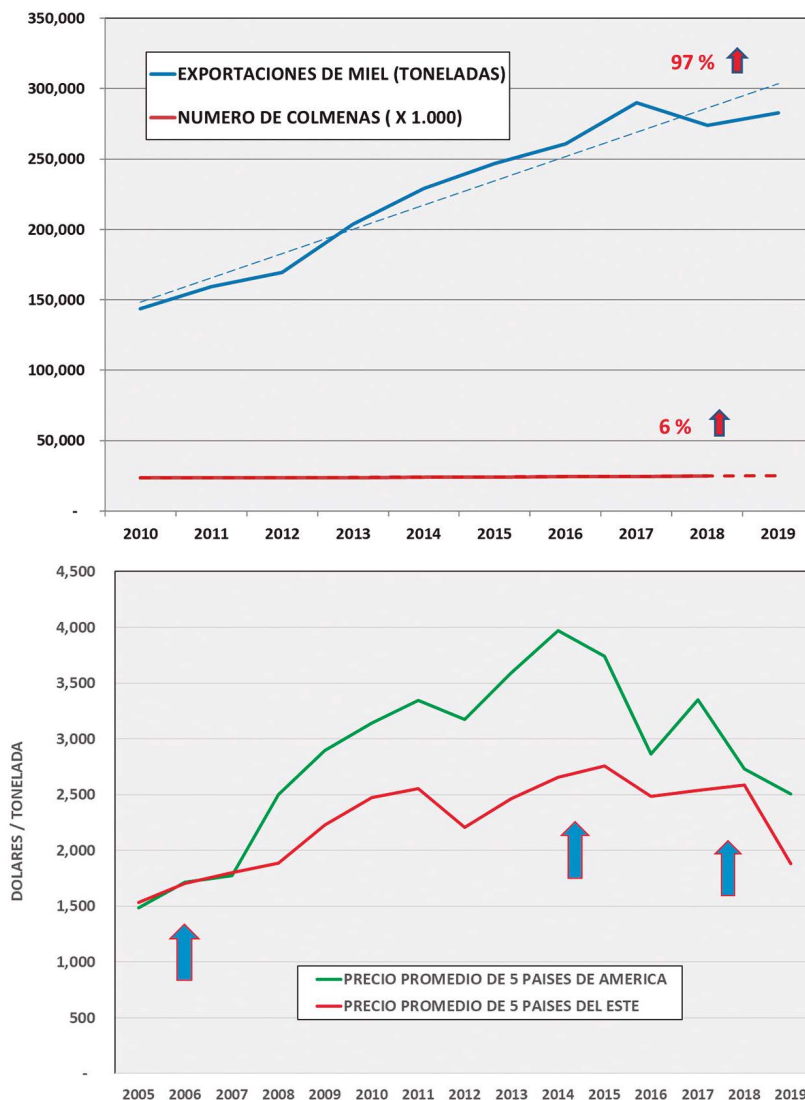


Figura 1.2

Evolución del número total de colmenas y las exportaciones de miel de cuatro países del este.

Fuente: CERA-ITC-UNCOM-TRADE y FAOSTAT

Figura 1.3

Precio de la miel de dos grupos de países.

Fuente: CERA-ITC-UNCOM-TRADE

El aumento de la demanda registrado en años recientes, principalmente motorizado por los E.E.U.U. como primer importador de miel a nivel global, y con una producción relativamente inelástica, comenzó a presionar los precios de las mieles puras al alza a partir de 2008. Es así que el precio promedio de la miel exportada por los cinco principales países exportadores de América pasó de 1.773 dólares estadounidenses la tonelada a 3.970 dólares por tonelada en 2014 (Figura 1.3). Fue un momento en que el diferencial de calidad se reflejó en los precios.

Sin embargo, toda vez que aumenta el precio de un alimento, también incrementan los incentivos económicos para adulterarlo. Los precios crecientes del producto observados entre 2008 y 2014 no fueron acompañados, en la mayoría de los casos, por un mejoramiento de las medidas antifraude, tanto por parte de las autoridades de los países importadores (que controlan el producto a la llegada a sus puertos) como por parte de las empresas importadoras (que deben controlar la pureza del producto

a la llegada a sus depósitos). Esa insuficiencia de controles provocó un aumento de la prevalencia de la adulteración en el mercado internacional basada en el desarrollo de una industria para la producción de un producto que pasaba (y aún pasa) los controles y las especificaciones de muchos contratos comerciales.



VIDEO

Los invitamos a ver el video **“La opinión de los protagonistas sobre el mercado internacional de la miel”** donde algunos de los protagonistas ofrecen su visión sobre el problema del fraude en el mercado mundial de miel.

Se puede acceder haciendo click en la imagen o escaneando el código QR.



EL FRAUDE DE LA MIEL

Cuando hablamos de fraude o adulteración incluimos, por supuesto, los diversos métodos posibles de fraude. De acuerdo a Apimondia (2020 a), existen diferentes tipos de fraude o adulteración de la miel:

1. Dilución con diferentes tipos de jarabes producidos a partir del maíz, caña de azúcar, azúcar de remolacha, arroz, trigo, etc.
2. Cosecha de miel inmadura (antes de que las abejas hayan tenido la oportunidad de transformar el néctar en un producto que tenga los constituyentes químicos y la composición de la auténtica miel) como método planificado, sistemático e intencional de producción, la cual debe ser posteriormente deshidratada activamente mediante equipos tales como (pero no limitado a) secadores de vacío u otros.
3. Uso de resinas de intercambio iónico para la remoción/reducción de residuos y/o constituyentes de la miel tales como el HMF y/o para aclarar la miel.
4. Enmascaramiento o mal etiquetado del origen geográfico y/o botánico de la miel. La falsificación del origen geográfico de la miel ha constituido un importante fraude aduanero para evadir las tarifas antidumping que EE.UU. impuso a China, pero también para sacar provecho ilegal del gran diferencial de precios del producto de acuerdo a su origen geográfico que comenzó a presentarse a partir de 2008 (García, 2016; García, 2018).
5. Alimentación artificial de las abejas durante un flujo de néctar.

A partir de 2010, varios países del Este comenzaron a exportar cantidades crecientes de un producto de, en el mejor de los casos, dudosa autenticidad pero que pasaba los controles de pureza en destino. En contraposición a la producción de miel, que es relativamente inelástica (no crece o crece poco aún ante un aumento significativo de la demanda), la producción de miel adulterada es muy elástica (por tratarse de un producto industrial puede crecer tanto como sea necesario), sofisticada, perniciosa y muy lucrativa. Las consecuencias más negativas del fraude en la miel derivan del hecho que los nuevos métodos de adulteración crean una situación en la que no existen límites en las cantidades ofrecidas y el piso de precios se encuentra en un nivel cercano al precio de los jarabes.

El aumento constante y de inmensos volúmenes de producto bajo la denominación de "miel" inundó y saturó un mercado, que comenzó a mostrar precios en caída a partir de 2015. Esa saturación del mercado por exceso de oferta nos condujo a una paradoja: empezó a sobrar la miel pura en el mundo, a pesar de ser un producto cada vez más escaso y difícil de producir. El colapso de precios que comenzó en 2015 llevó a que en 2018 nuevamente casi se equipararan los precios promedio de exportación de miel de América con los de la miel del Hemisferio Oriental. (Figura 1.3)

EL TRABAJO CONTRA EL FRAUDE

Durante 2018 y 2019 la situación llegó a una gravedad extrema en la mayoría de los países con apiculturas mayormente basadas en la exportación del producto. Afortunadamente, y como fruto del trabajo de concientización y denuncia del fraude, y una mayor proactividad de las instituciones (Apimondia, 2020 a y b) y de autoridades, pareciera que comenzó una etapa de recuperación del mercado y revalorización del producto puro. Resultan muy auspiciosos los esfuerzos de la Unión Europea durante los últimos años (European Commission, 2016; European Parliament, 2018) y la reciente noticia que, por gestiones llevadas a cabo principalmente por los apicultores de Estados Unidos de América, la Aduana de los Estados Unidos de América haya decidido la adquisición de un equipo de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) para la detección de fraudes de la miel importada que llega a ese país (American Bee Journal Extra-April 21, 2020). También Canadá recientemente ha publicado resultados de sus monitoreos de pureza de miel en los que incluyó la técnica de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) (Canadian Food Inspection Agency, 2019) y las autoridades de India han decidido implementar la obligatoriedad del análisis de RMN a la miel exportada por ese país (The Times of India, 2019).



Diversos ORÍGENES
y COLORES con un
denominador común:
MIEL ARGENTINA DE ALTA
CALIDAD

Fuente: Dra. Laura Gurini.
Mieles de girasolillo (*Verbesina*
sp.), caa-tay y aliso

A partir de finales de 2019 vientos favorables de cambio parecen haber llegado al sector apícola de nuestro continente. El sistema basado en la producción y exportación de un producto que, a pesar de cubrir los requerimientos de los contratos, no cumple con la definición estricta de miel, ha entrado en colapso. El precio de ese producto se encuentra en una clara tendencia a la baja, llegando a valores que ocasionan la inviabilidad de muchas explotaciones apícolas de esos países. Es de esperar, por ello, un futuro con un diferencial de precios justo que premie a las mieles puras y de calidad.

LA POSICIÓN ARGENTINA FRENTE AL FRAUDE

La filosofía de trabajo seguida por un sector líder de la producción y exportación de miel en Argentina considera que la calidad se hace, preservando la genuinidad de la miel elaborada por las abejas. La calidad de la miel se comienza a producir en el apiario y se respalda y desarrolla a lo largo del resto de la cadena de valor. Hoy, esta filosofía está más vigente y valorada que nunca.

Cuando cada eslabón de una cadena de valor asume su rol y responsabilidad se puede augurar el éxito de la misma en el mediano y largo plazo. Lamentablemente, sobran también ejemplos de mieles genuinas y de buena calidad original producidas en nuestra región que han tenido serios problemas de colocación en el mercado internacional por no haber estado respaldadas e integradas en cadenas de valor sólidas.

Sistemas de producción fieles a las Buenas Prácticas Apícolas, respaldados por sistemas de trazabilidad robustos, y adecuados controles de calidad son las mejores herramientas para respaldar una sólida filosofía de trabajo, mantener firme la actividad y el prestigio de la miel argentina en el mundo.

El productor apícola es el primer e irremplazable actor de esta cadena de valor, como también resulta esencial el rol de los exportadores, del marco regulatorio y de las instituciones públicas y privadas del sector. Toda esa cadena es la responsable de ofrecer en conjunto las garantías de pureza y calidad que nuestros clientes demandan, y los consumidores del producto merecen.



Mieles del Delta

Fuente: Dra. Laura Gurini

La encuesta realizada en el marco del Curso MOOC sobre Buenas Prácticas de Alimentación en Abejas, permiten verificar que el 77% de los apicultores y técnicos (727 respuestas) creen que el fraude los afecta, guarismo que se elevó al 85% al final del curso (Figura 1.4).

Consultados sobre cómo los afecta el fraude, los encuestados coincidieron en conceptos/ideas que apuntan a su efecto en el precio y calidad de la miel en el mercado reflejado en la nube de palabras que surgen de sus respuestas (Figura 1.5). Por otra parte, coincidieron en las buenas prácticas y conocimientos generados luego del curso (Figura 1.6).

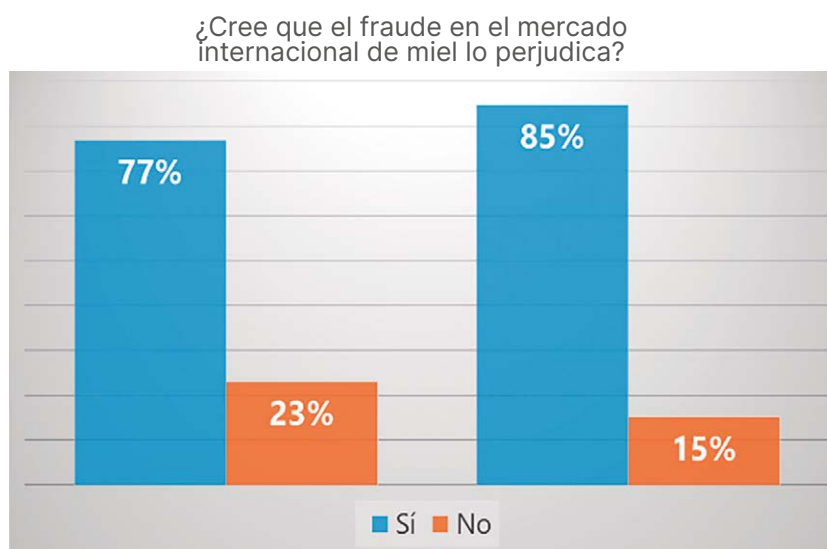


Figura 1.4
Percepción de los alumnos antes y después del curso sobre Buenas Prácticas de Alimentación.



<< Figura 1.5
La problemática del fraude evidenciada en las preguntas abiertas de la encuesta.

< Figura 1.6
La frecuencia de las palabras más utilizadas en las opciones abiertas es la siguiente: 276 alimentación, 259 miel, 195 Conocimientos, 114 calidad, 107 prácticas, 106 abejas, 100 artificial, 80 buenas, 78 fraude.

LA LUCHA CONTRA EL FRAUDE ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA APICULTURA ARGENTINA?

Una buena parte del sector apícola argentino se ha caracterizado por responder rápidamente ante las diferentes crisis, como lo han sido, por ejemplo, la denuncia anti-dumping de los apicultores estadounidenses (2001) o el problema de los nitrofuranos en nuestras mieles (2004). Esas respuestas fueron muy eficaces debido principalmente al alto profesionalismo de los apicultores, a la relación de los diferentes eslabones de la cadena, y a una adecuada articulación público/privada.

Quizá como consecuencia de esas crisis, durante los últimos 20 años el sector en su conjunto ha avanzado mucho en la organización y construcción de institucionalidad para pasar de "la calidad que se controla" a "la calidad que se hace". En este proceso jugó un papel relevante la organización de los propios apicultores a partir de los Grupos de Asistencia Técnica mediante la articulación del INTA – PROAPI con Cambio Rural (Bedascarrasbure *et al.*, 2010), de la Sociedad Argentina de Apicultores (SADA), del surgimiento de asociaciones, cooperativas, clusters (Bedascarrasbure, E., 2016), de las mesas apícolas provinciales, del Consejo Apícola Nacional y del Plan Estratégico Apícola.

A partir de la publicación del Protocolo INTA N°11 (Bedascarrasbure *et al.*, 1998) se avanzó decididamente en la gestión de la calidad y la trazabilidad que fue asumida por los propios apicultores organizados, resultando inclusive en protocolos derivados (Poffer *et al.*, 2013). El trabajo del Ministerio de Agricultura y SENASA conjuntamente con el sector ha permitido que Argentina cuente con un sistema de trazabilidad obligatorio (Vázquez y Borgna, 2019).

La estrategia implementada por Argentina a lo largo de más de 20 años ha permitido demostrar que también los pequeños apicultores organizados y dispuestos a gestionar la calidad desde el apiario, están en condiciones de exportar miel de calidad y/o integrar cadenas de valor adecuadamente vinculadas a los mercados más exigentes, a partir del desarrollo e implementación de senderos tecnológicos adaptados a distintos ambientes. La clave consiste en generar confianza entre todos los integrantes de la cadena, con una adecuada gestión de la información generada en el proceso productivo mediante el registro de las actividades, resultados de los análisis y valor del producto a lo largo de la cadena (desde la góndola hasta el apicultor).

Párrafo aparte merece la visión y acción de una parte del sector exportador de mieles de nuestro país que actuó motorizando los cambios necesarios, priorizando la calidad de nuestro producto y adelantándose a los requerimientos del mercado. Como antes se mencionó, también hubo muchos ejemplos de producto genuinamente producido en nuestra región que vieron restringido su ingreso a los mercados por no estar integrados en cadenas de valor efectivas y sólidas impulsadas por empresas exportadoras conceptualmente líderes.

Todos los apicultores con años en la actividad saben que los precios de la miel en el mercado global han sufrido ciclos de alzas y bajas, y que esos ciclos han afectado

el valor recibido por el producto. Sin embargo, la situación actual presenta algunas características que podrían permitirle a la apicultura argentina cambiar esta tendencia oscilante:

- » El sector apícola argentino ha mejorado su organización, ha construido alianzas y ha avanzado en su capacidad innovadora hasta alcanzar un nivel de profesionalismo superior al de otros apicultores del mundo.
- » Argentina ha pasado de ser un "observador" de los acontecimientos en el mercado global para ocupar hoy un rol protagónico en el devenir de dicho mercado. Esta situación es en parte consecuencia de la madurez del sector que ha permitido un accionar coordinado con el estado, a la tarea desempeñada por los procesadores y exportadores, y a una participación activa en las principales instituciones internacionales del sector.
- » Los dos puntos anteriores han permitido que lo actuado por nuestro sector apícola sea reconocido a nivel global y que el esfuerzo de los apicultores argentinos para preservar la calidad de la miel sea valorado por los compradores más exigentes.

El desafío actual consiste en abocarnos a la tarea de transformar en oportunidades nuestras históricas amenazas. Como hemos visto, nos encontramos ante un escenario de mercado que puede ayudar a sobrellevar amenazas externas (básicamente deforestación, intensificación de la producción agropecuaria y cambio climático) para lograr la sostenibilidad de la Apicultura Argentina.

Debemos prepararnos como sector para ese desafío y ser conscientes de que la tarea que tenemos por delante es ardua. Debemos comprender en profundidad la actual situación del mercado para poder ver nuestra oportunidad con mayor claridad, y también debemos identificar y conocer los requerimientos de los consumidores en los principales países de destino para adecuar nuestro producto a sus necesidades.

El desafío es conformar una cadena de valor inteligente motorizada por los consumidores de nuestros principales países clientes y con el protagonismo de los apicultores argentinos organizados trabajando en conjunto con el estado y las empresas exportadoras.

Debemos, además, ser conscientes de que las nuevas reglas de juego emergentes de la lucha contra el fraude han traído como consecuencia la implementación de nuevos métodos de análisis, y que nos exigen ser muy cuidadosos en el manejo de la alimentación artificial de las colmenas de manera de evitar la aparición de azúcares y/o sustancias foráneas en nuestras mieles.

Para seguir cuidando la calidad de nuestra miel contamos con herramientas como las Buenas Prácticas Apícolas (BPA) y la trazabilidad, que adquieren particular relevancia en las actuales circunstancias.



Miel líquida clara

Fuente: Dra. Laura Gurini



“Se abre una oportunidad
única en el mercado
mundial de miel de
calidad.
Trabajemos juntos para
aprovecharla”



BIBLIOGRAFÍA

Customs Agency to Purchase NMR Equipment for Testing of Honey Imports. Disponible en: <https://mailchi.mp/dadant.com/abj-extra-april-21-2020-us-customs-agency-to-purchase-nmr-equipment-for-testing-of-honey-imports>. U.S.

Apimondia: a. *Evaluación del impacto económico directo de la baja del precio de la miel sobre los principales países exportadores de miel de América.* Disponible en: https://www.apimondia.com/docs/commissions/baja_precio_miel_america.pdf. 2020

Apimondia: b. *Declaración de Apimondia sobre el fraude en la miel.* Disponible en: https://www.apimondia.com/docs/declaracion_apimondia_fraude_miel_v_2.pdf. 2020

Bedascarrasbure, E., N. Pensel y C. Marconi: *Pliego de condiciones para la certificación de miel tipificada obtenida con buenas prácticas de manejo y manufactura.* Protocolo INTA N°11. 108 pg. 1998

Bedascarrasbure, E., C. Dini, L. Maldonado, G. Cabrera, D. Primost, L. Gurini, M. Palacio y G. Rodríguez: *Consolidando la apicultura como herramienta de desarrollo.* Documento Premio Medio Siglo CREA. Ed. INTA. 47 pg. 2010

Bedascarrasbure, E.: *La gestión pública en la consolidación local, nacional e internacional de un sector productivo.* En: *Gestión y política internacional subnacional el caso de los municipios del interior de la Provincia de Buenos Aires.* CEIPI - UNCPBA. 2016

Canadian Food Inspection Agency. Report: *Enhanced honey authenticity surveillance (2018 to 2019).* Disponible en: <https://www.inspection.gc.ca/about-cfia/science-and-research/our-research-and-publications/report/eng/1557531883418/1557531883647>. 2019

European Commission: *Scientific support to the implementation of a Coordinated Control Plan with a view to establishing the prevalence of fraudulent practices in the marketing of honey.* Disponible en: (https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/oc_control-progs_honey_jrc-tech-report_2016.pdf). 2016

European Parliament: *Prospects and challenges for the EU apiculture sector.* Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2018-0057+0+DOC+XML+V0//EN>.

García, N.: *A Study of the Causes of Falling Honey Prices in the International Market.* American Bee Journal, August 2016 p. 877-882. 2016

García, N.: *The Current Situation on the International Honey Market.* Bee World. ISSN: 0005-772X (Print) 2376-7618. 2018

Poffner, D, N. Unger, L. Frigoli, O. Marcó, G. Fourquet, M. García, A. Lorenzo, M. Cechi, S. Ghiretti, D. Lopez, M. Caballero, L. Casanova y A. Oroquieta: *Manual de prácticas apícolas para producir miel de calidad en la Cuenca del Salado.* Ediciones INTA. 28 p. 2013

The Times of India: *Government wants NMR-testing mandatory for honey exported from India.* Disponible en: <https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/govt-wants-nmr-testing-mandatory-for-honey-exported-from-india/articleshow/72212473.cms>. 2019

Vázquez, F. y P. Borgna: *Traceability of honey: New solutions to an old requirement.* En: *Proceedings of the 46th. Apimondia International Apicultural Congress, Septiembre 8–12, Montreal, Quebec, Canada,* p. 15. 2019

LA DETECCIÓN DE LAS ADULTERACIONES EN LA MIEL

Marisa Amadei Enghelmayer, Luis Maldonado, M. Virginia Salomón, Alejandro Álvarez y Mónica Gaggiotti

INTRODUCCIÓN

La comunidad apícola internacional ha reaccionado contra el fraude en el mercado de miel. Una de las herramientas que se utilizan es la verificación de la calidad a través de análisis de laboratorio.

La utilización de variados adulterantes o la implementación de métodos artificiales para la obtención de productos que imitan a la miel, han hecho que se desarrollen técnicas muy sensibles para detectar el fraude.

Cada vez, se requieren mayor cantidad de análisis de alta sensibilidad cuyos resultados se complementan para interpretar la genuinidad y calidad de la miel.

La actual tendencia en el mundo es de disponer de más información sobre la miel que se ofrece, así los registros de campo, las muestras de alimentos suministrados a las colonias, la trazabilidad, son elementos que se consideran al momento de evaluar la calidad de una miel y complementan los datos del laboratorio.

De esta manera, **para los apicultores que aplican correctamente las buenas prácticas apícolas, los análisis de laboratorio son un aliado al momento de defender la calidad de la miel que producen, y el precio que perciben.** Por eso, es interesante que conozcan qué miran los que compran la miel, qué detalles deben tener en cuenta para hacer la calidad desde el apiario, preservando la miel en las mismas condiciones que las abejas la producen.

De eso se trata este Capítulo: LA DETECCIÓN DE LAS ADULTERACIONES EN LA MIEL

LA DETECCIÓN DE ADULTERACIONES EN LA MIEL

Compartimos el criterio de que la "Calidad se hace desde el apiario", preservando la miel tal como la elaboran las abejas. Los análisis de laboratorios no hacen la calidad, sólo la verifican. Ello se logra a través de análisis cada vez más sofisticados y sensibles, que exigen ajustar las técnicas de producción de miel.

Si bien se percibe un aumento del consumo de miel en el mercado interno (consecuencia de acciones a nivel país, mayor diversificación y desarrollo de nuevos productos), el 95 % de la miel de Argentina se exporta y el sector depende fundamentalmente de los precios internacionales y de reglas de mercado que exigen cada vez mayor transparencia.

La detección de adulteraciones ha impulsado e impulsa el uso de nuevos métodos que poseen una mayor sensibilidad de detección de azúcares foráneos a la miel. Esos azúcares foráneos pueden provenir tanto de la adulteración intencional y deshonesta de la miel como así también de la contaminación accidental y no intencional con productos derivados de la alimentación artificial de las colmenas.

Por eso, les proponemos a continuación, conocer cómo se analizan y evalúan las mieles, qué parámetros se miden y qué exigen los compradores, cuáles son las características que definen una miel de calidad para las normas internacionales.

Como en cualquier otro trabajo forense de alimentos, se pueden usar métodos específicos o no dirigidos para detectar miel adulterada. La adulteración de la miel por agregado de jarabes de azúcar generalmente se enfoca en el análisis de marcadores específicos. Debido a la existencia de productos similares a la miel, pero de costo más bajo, los estafadores disponen de varias alternativas para "aumentar la producción" de miel.

¿CUÁL ES LA COMPOSICIÓN DE LA MIEL?

Los principales componentes de la miel son los carbohidratos (azúcares), que constituyen casi el 95% (p/p) de su peso seco. Un 75% (p/p) son monosacáridos (fructosa y glucosa), 10-15% (p/p) son disacáridos (sacarosa) y contiene además otros tipos de azúcares (oligosacáridos, trisacáridos y tetrasacáridos) en menores concentraciones.

Hasta la fecha, se han descrito 16 tipos diferentes de oligosacáridos, que comprenden 11 disacáridos (turanosa, sacarosa, maltosa, isomaltosa, kojibiosa, celobiosa, palatinosa, gentiobiosa, laminaribiosa, neotrealosa y nigerosa); seis trisacáridos (erlosa, panosa, isopanosa, maltotriosa y theanderosa y rafinosa) y los tetrasacáridos que incluyen isomaltotetraosa, maltotetraosa, estaquiosa, nístasa, d-fructosil-isomelezitosa, α -4-glucosil-erlosa, y α -6-glucosyl-erlosa (Ruiz-Matute *et al.*, 2010).

Aparte de azúcares, la miel contiene también pequeñas cantidades de enzimas, minerales, vitaminas, ácidos orgánicos, polifenoles, flavonoides y polen.

Según un informe (White *et al.*, 1962), hay 18 diferentes tipos de aminoácidos libres en la miel, que existen en pequeñas cantidades con poca importancia nutricional. La fenilalanina y la prolina existen en cantidades razonables que oscilan entre 12,1–762 mg/kg (Afrin *et al.*, 2017; Meda *et al.*, 2005) y 5,20–1231 mg/kg (Biluca *et al.*, 2019), respectivamente; de hecho, un contenido de prolina inferior al habitual es un marcador clave para describir la miel adulterada (Can *et al.*, 2015). La legislación europea ha establecido que la miel debe contener un mínimo de prolina de 180 mg/kg (Bogdanov *et al.*, 1999).

LOS ADULTERANTES DE LA MIEL

Los adulterantes de la miel más comúnmente usados en el mundo son Jarabes derivados de la hidrólisis del almidón, jarabes invertidos y de otros orígenes (Figura 2.1).

ADULTERACIÓN DE MIEL			Figura 2.1 Diferentes tipos de adulteración de miel y adulterantes.
Directa	Indirecta	Mieles	
Jarabes derivados de Almidón » Jarabe de maíz de alta fructuosa (HFCS) » Jarabe de maíz (COSS) » Jarabe de caña de azúcar » Jarabe de arroz (RS) Jarabes Invertidos (ISS) » De caña de azúcar » De remolacha azucarera Otros » Jarabes de inulina de alta fructuosa (HFIS)	Jarabes utilizados en alimentación artificial » Jarabe de maíz de alta fructuosa » Jarabe de caña de azúcar	Mieles de gran valor con otras de menor valor » Miel de acacia con miel de colza » Miel de <i>Melipona favosa</i> con miel de <i>Apis mellifera</i>	Fuente: adaptado de Se et al., 2019

El jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF o HFCS (en inglés)) es uno de los más comúnmente utilizados para adulterar la miel por agregado, debido a la facilidad para conseguirlo a un costo comparativamente más bajo que la miel. JAF55 es bastante similar a la miel, contiene 55% de fructosa, 41% de glucosa y 4% de otros azúcares (di y oligosacáridos). Cuando durante el proceso de elaboración del jarabe no se produce la hidrólisis completa del almidón, se genera un mayor contenido de oligosacáridos, que además de no poder ser digeridos por las abejas son más fácilmente detectables en análisis de laboratorio.

COSS es otro jarabe, una mezcla compleja de diferentes azúcares, como glucosa (45%), maltosa (30%), maltotriosa (13%), fructosa (10%) y 2% de oligosacáridos superiores (Megherbi et al., 2009).

Los jarabes invertidos proceden de plantas de remolacha y/o caña de azúcar, se utilizan ampliamente como adulterantes de la miel y son bastante difíciles de detectar (Paradkar y Irudayaraj, 2002).

Los jarabes de inulina (HFIS), se utilizan como adulterantes de la miel en algunos países europeos (Ruiz-Matute et al., 2010; Spiteri et al., 2015).

El jarabe de arroz (RS), un producto proveniente de la hidrólisis de oligosacáridos y polisacáridos en el arroz (Xue et al., 2013), y el jarabe de maltosa (MSS) son adulterantes muy populares en la miel de China, ya que son más difíciles de detectar por métodos analíticos comunes (Li et al., 2017).

¿CÓMO ES POSIBLE DISTINGUIR SI UN **AZÚCAR** ES **FORÁNEO** A LA MIEL A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS DE LABORATORIO?

Para comprender cómo resulta posible distinguir mediante un análisis de laboratorio si un azúcar proviene de una planta melífera o de un sustituto artificial debemos introducirnos en algunos conceptos de fisiología vegetal y de química.

Todos los compuestos orgánicos que forman a los seres vivos contienen el elemento químico llamado carbono. En la naturaleza existen dos átomos de carbono estables cuya única diferencia es su masa atómica. A estos átomos se los conoce con el nombre de isótopos y se representan como carbono-13 (^{13}C) y carbono-12 (^{12}C). Esta pequeña diferencia en masa es la responsable de que sus propiedades fisicoquímicas sean diferentes. Las diferentes propiedades fisicoquímicas se traducen en cambios en la relación de isótopos estables ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) contenidos en los alimentos, los cuales son típicos de su origen o de su procedencia y en menor escala de los procesos industriales que sufren. En general esta relación isotópica se mantiene, razón por la cual nos permite identificar el origen.

Las plantas toman el anhídrido carbónico (CO_2) del aire y mediante el proceso de fotosíntesis fabrican azúcares. La gran parte del carbono que constituye las moléculas orgánicas de los seres vivos es carbono 12 (^{12}C). Sin embargo, existe también en todos los cuerpos de los seres vivos una pequeña porción de átomos de carbono 13 (^{13}C).

Las plantas melíferas producen azúcares mediante el ciclo **fotosintético de Calvin y Benson** con una proporción $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ menor que las plantas más evolucionadas como la caña de azúcar y el maíz, que utilizan el ciclo fotosintético de Hatch y Slack. Al primer grupo de plantas se las denomina tipo **C3**, mientras que las segundas se conocen como **C4**.

La relación isotópica de carbono es variable según la forma en que las plantas fijan y utilizan el CO_2 . Mientras que las plantas **C3** son el principal proveedor de néctar de las abejas, utilizan el ciclo de Calvin y Benson, las plantas **C4** son las que dan origen a algunos tipos de **jarabes "adulterantes"**, (aunque no todos...), utilizando el ciclo de Calvin y Benson y el ciclo de Hatch-Slack.

LOS ANÁLISIS DE MIEL PARA **VERIFICAR** SU CALIDAD

El primer paso: tomar la muestra de miel

¿Qué importancia tiene la toma de muestra?

La selección apropiada, oportuna y en forma correcta de la porción de miel a analizar; así como su conservación y transporte son **fundamentales** para obtener resultados confiables y precisos. La porción de muestra que se toma, debe ser **representativa** de toda miel que queremos analizar. El personal a cargo de la toma de muestra debe estar **capacitado** para tal fin.

Hay normas internacionales de muestreo que permiten normalizar y dar una guía para hacerlo en forma correcta, por ejemplo, la Norma DIN 10742 (DIN Norm 10742, 2011) y la norma IRAM 15929.

Para la toma de muestra correcta hay que tener presente:

- » Los materiales a utilizar deben ser inertes: caladores de acero inoxidable y frascos de plásticos aptos.
- » Para que la muestra sea representativa, debe tomarse la totalidad de los tambores o considerar un número estadístico de tambores al azar y realizar una muestra compuesta.
- » Cantidad mínima de miel a tomar para que sea representativa debe ser 500 g por tambor.
- » Tomar la muestra a todo lo largo del tambor sea manualmente o con calador automático.
- » Si se hace manualmente con calador corto debe tomarse de varias zonas del tambor y luego mezclar en una única muestra del tambor.
- » Rotular correctamente las muestras (nombre, fecha, ciudad y provincia, RENAPA, sala de extracción, lote de extracción e identificación del tambor).
- » Conservación y transporte: a temperatura ambiente (no freezar, ni dejar al sol).

Todos estos puntos considerados en forma responsable, aseguran que la muestra a analizar sea representativa, de modo de conservar la integridad de la miel y los ítems a ensayar.



VIDEO

Los invitamos a ver el video **"El viaje de una muestra en el maravilloso mundo de los análisis de laboratorio"**, donde se aborda el recorrido de la miel desde la toma de la muestra de manera correcta, su identificación, conservación y transporte, hasta los métodos analíticos utilizados en Argentina y otros países para detectar fraude y malas prácticas.

Se puede acceder haciendo click en la imagen o escaneando el código QR.





ALGUNOS TÉRMINOS A TENER EN CUENTA CUANDO SE INTERPRETA UN ANÁLISIS DE MIEL

LOD: Límite de Detección. Es la menor cantidad de un analito (sustancia a analizar) cuya señal puede distinguirse de la del ruido, que es una señal generada por el propio instrumento de medición y/o sustancias acompañantes de la matriz.

LOQ: Límite de Cuantificación. Es la menor concentración de analito que puede determinarse con precisión y exactitud en una muestra, bajo las condiciones experimentales establecidas.

No conformidad: la muestra no cumple con una ley o norma.

ND: No Detectable. Es el término analítico que define que no se puede detectar con el método analítico en cuestión, significa que está por debajo del límite de detección de este método analítico; que es negativo para este método. (No significa que es cero sino que este método no lo detecta).

Técnicas para determinar adulteración de mieles

Análisis Elemental por Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas (EA-IRMS):

Actualmente, el Análisis Elemental por Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas (EA-IRMS) **es el método oficial** para la detección de la adición de jarabes de azúcar a la miel.

Este método analítico se basa en la medición del cociente de la abundancia de los isótopos de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) mediante la Espectrometría de Masas de Isótopos Estables, se lo denomina $\delta^{13}\text{C}$ (se expresa en unidades delta ‰ vs. VPDB).

El $\delta^{13}\text{C}$ de plantas C4 procedente de especies monocotiledóneas de azúcar de caña y maíz (adulterantes) en comparación a las especies de dicotiledóneas plantas C3 (melíferas) son valores muy diferentes; de modo que cuando se agrega azúcares de plantas C4, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de la miel pueden modificarse mucho.

La base del método consiste en establecer las diferencias $\delta^{13}\text{C}$ entre la miel entera y las proteínas de la miel (usada como estándar interno o testigo de las plantas melíferas)

¿Cómo interpretar el resultado de una muestra de miel?

El método puede detectar la presencia aún de pequeñas cantidades de azúcares provenientes de plantas tipo C4 en la miel. Las **mieles puras** tienen relaciones $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ que van **desde -21‰ al -32 ‰** mientras que los **jarabes de caña de azúcar (sacarosa) y maíz (fructosa)** presentan valores promedio **de -11,6‰ y -9,7‰** respectivamente. Toda miel con una relación menos negativa que -23,5 ‰ es considerada sospechosa (Padovan *et al.*, 2003).

Este método sólo detecta presencia de jarabes foráneos a la miel derivados de plantas tipo C4 (maíz y caña de azúcar), que eran los azúcares más usados para la adulteración de la miel hace dos o tres décadas. Este método puede detectar la presencia de hasta un 5% de azúcares derivados de plantas C4.

Sin embargo, para no castigar injustamente a mieles que naturalmente presentes valores menos negativos al límite establecido, se toma como patrón interno a las proteínas de la miel. En una miel no adulterada, la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ debe ser igual en la parte proteica que en la porción azucarada de la miel. El límite de tolerancia para tal diferencia es de -1 ‰. Si la diferencia resulta más negativa que -1 ‰ la miel se considera adulterada.

Limitante del método:

EA-IRMS, **por el contrario, no detecta** la presencia de azúcares foráneos a la miel provenientes de plantas tipo **C3** (arroz, trigo, remolacha azucarera, tapioca, etc.) y que son los más usados en la actualidad para cometer fraude en la miel en el Hemisferio Oriental.

A continuación, en la Tabla 2.1, se muestran los resultados del análisis de dos muestras de mieles, utilizando EA-IRMS, donde se puede observar la diferencia entre una miel genuina y una adulterada.

Tabla 2.1: Ejemplos de resultados de laboratorio de dos muestras de miel analizadas por EA-IRMS

Muestra	$\delta \text{ C13 Miel (‰)}$	$\delta \text{ C13 Proteína (‰)}$	Diferencia (Miel-Proteína)	% Azúcares C4	Resultado
1	- 26,21	- 26,21	0	ND(*)	Negativo
2	- 23,16	- 25,41	2,24	14,3	Adulterada

(*) ND: no detectable, el límite de detección de esta técnica es 7 % según AOAC (Association of Official Analytical Chemists)

Cromatografía en fase líquida - Espectrometría de masas de relaciones isotópicas (LC-IRMS)

A principios de este milenio, y ante la disponibilidad creciente en el mercado de jarabes no detectables por EA-IRMS se hizo necesario el desarrollo de nuevas metodologías. En 2006 se desarrolló LC-IRMS, un método que combina **espectroscopía de masa, análisis elemental, y cromatografía líquida para la separación de los azúcares** (Cabañero *et al.*, 2006). Este método tiene una mejor capacidad de detección de adulteración con azúcares C3 y C4 analizando los valores isotópicos individuales de la fructosa, la glucosa, los disacáridos, los trisacáridos, y la proteína (Elflein *et al.*, 2008). El punto de corte del método es de una diferencia de $\delta^{13}\text{C}$ máximo de $\pm 2,1/2,5$ ‰ vs VPDB (según el laboratorio) entre los valores isotópicos de las distintas fracciones de la miel. Una diferencia superior al límite significa la presencia de azúcares foráneos en la miel (Tabla 2.2).

La unidad es: ‰ vs. VPDB (por mil relativo a VPDB que es una piedra estándar para la relación $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$)

LC-IRMS es también más sensible que EA-IRMS para la detección de azúcares foráneos de tipo C4 como los usados en Argentina para la alimentación artificial de las colmenas. Tiene una sensibilidad de detección a veces menor al 1 - 2 %, según el tipo de jarabe usado.

Resulta muy importante que el apicultor no sólo extienda las medidas para evitar la contaminación de la miel con productos de la alimentación artificial, sino que informe al comprador de su miel sobre el tipo, cantidad y época en que usó un alimento artificial en sus colmenas.

A partir de 2019, LC-IRMS comenzó a exigirse como análisis de rutina para todos los embarques de miel tanto a E.E.U.U. como a Europa.

Si bien LC-IRMS fue el primer método desarrollado para la detección de jarabes de azúcar de remolacha, actualmente la industria de la adulteración asiática ofrece abiertamente jarabes de arroz para mezclar con miel y que no son detectables por este método a niveles bajos de adulteración, por lo que se han desarrollado otros métodos.

En la Tabla 2.2 se presentan resultados del análisis de una muestra de miel y a posteriori, la interpretación de los mismos.

Tabla 2.2: Ejemplo de resultados de laboratorio de una muestra de miel analizada por LC-IRMS

Parámetro	Resultado	Unidades
Proteína (P)	- 25,87	δ C13 ‰
Miel (M)	- 26,14	δ C13 ‰
Glucosa (G)	- 26,30	δ C13 ‰
Fructosa (F)	- 26,21	δ C13 ‰
Disacáridos	- 24,56	δ C13 ‰
% Relativo de disacáridos	7,59	%
Trisacáridos	- 22,27	δ C13 ‰
% Relativo de trisacáridos	1,65	%
δ C13 Fructosa - Glucosa (F - G)	+ 0,09	δ C13 ‰
δ C13 Máxima entre todas las fracciones azúcares	4,03	δ C13 ‰

De acuerdo al valor de δ máximo, la muestra resulta positiva para adulteración (intencional o debida a residuos de alimentación artificial). Estaríamos ante el caso de una no conformidad ya que no se cumple con la Directiva 2001/110 Annex 2 Part 1 de la Unión Europea.

Métodos basados en la detección de marcadores específicos

Los métodos cromatográficos se utilizan frecuentemente para la determinación de jarabes de azúcares agregados a la miel y también para detectar fraudes en la declaración de origen botánico y geográfico a través de la determinación de la composición de azúcares.

La cromatografía es una técnica de separación basada en la adsorción/desorción de moléculas a ser separadas entre una fase móvil y una fase estacionaria. La separación es el resultado de la distribución selectiva de las moléculas entre las dos fases.

El análisis cromatográfico de los azúcares de una miel permite la detección de oligosacáridos que normalmente no están presentes en la miel pero que sí se encuentran en los jarabes fabricados a partir de la hidrólisis del almidón (de maíz, arroz, etc.). Esos oligosacáridos pueden detectarse por cromatografía líquida (Zhou *et al.*, 2014).

Si bien el Jarabe de Alta Fructosa (JAF) es un producto bastante refinado, aún contiene cantidades medibles de oligosacáridos que no se han convertido a glucosa y fructosa, y en consecuencia estos son buenos marcadores para la detección de JAF agregado a la miel. Un trabajo realizado en Hungría, en 2013, reporta la determinación JAF en concentraciones tan bajas como el 1% en miel a través de la determinación de oligosacáridos formados durante el proceso de hidrólisis enzimática del almidón (Herpai *et al.*, 2013).

La hidrólisis del almidón para la fabricación de jarabes se realiza mediante el uso de enzimas. Estas enzimas foráneas no se encuentran naturalmente en la miel dado que son diferentes a las producidas por las abejas y pueden también utilizarse como marcadores de la presencia de jarabes en la miel (Soares *et al.*, 2017).

Por otro lado, la determinación del 2-Acetilfuran-3-Glucopyranosido permite detectar la adulteración de miel con jarabes de arroz, ya que esta molécula no fue encontrada en ningún tipo de miel y está presente en este jarabe (Xue *et al.*, 2013). Este método es de gran importancia, ya que el agregado de jarabe de arroz es bastante difícil de detectar aún por análisis de isótopos de carbono.

Otros marcadores de la presencia de jarabes en la miel son ciertos subproductos de la conversión de la glucosa en fructosa, como por ejemplo la psicosa (Kämpf, B., 2018) y la manosa, que son azúcares indicadores de la presencia de jarabes y del uso de resinas de intercambio iónico (Missler *et al.*, 2016). También existen marcadores de arroz o colorantes que se determinan por LC-MSMS (Cromatografía líquida con detector de espectrometría de masas).

Sin embargo, como la adulteración de la miel es un fenómeno tan dinámico, la efectividad de los métodos específicos antes mencionados normalmente disminuye después de un cierto tiempo debido a un proceso de aprendizaje exitoso por parte de los adulteradores que desarrollan jarabes altamente purificados para evitar su detección en la miel (Dübecke *et al.*, 2018).

Métodos de Screening

Para superar el método de aprendizaje que han exhibido los adulteradores, últimamente se han desarrollado dos métodos de "screening" como son la Resonancia Magnética Nuclear (NMR, por sus siglas en inglés) (Schwarzinger *et al.*, 2015) y la Cromatografía Líquida acoplada a la Espectroscopía de Masas de Alta Resolución (LC-HRMS), por sus siglas en inglés) (Du *et al.*, 2015; Senyuva *et al.*, 2015). Los métodos de screening tienen la ventaja de monitorear un gran número de parámetros en el curso de un análisis, abordando así múltiples aspectos del fraude (Apimondia, 2020).

Resonancia Magnética Nuclear (NMR)

Recientemente la utilización de la Resonancia Magnética Nuclear (NMR) ha ganado una amplia aceptación en el campo de las ciencias alimentarias como un método poderoso para el control de calidad, autenticidad y trazabilidad debido a sus ventajas sobre otras técnicas analíticas: es rápido, no destructivo, sensible y fácil de usar (Marcinkevicius, 2017).

Esta técnica se basa en el comportamiento de ciertos núcleos atómicos con propiedades magnéticas en presencia de un campo magnético externo. Debido a su principio físico, la NMR permite la identificación y cuantificación simultánea de una gran cantidad de compuestos en una sola medición. Este método multiparamétrico ofrece un gran número de señales analíticas en un corto tiempo de análisis. Estas señales son cuantitativas y se pueden asignar a sustancias específicas, tanto a componentes de la miel como a adulterantes de la miel.

Sugars:

Compound	Value	Unit	LOQ	Official Reference min max	Flag	Honey-Profiling™ NMR Distribution
glucose + fructose	73.6	g/100g	20.0	60.0	●	43.9
fructose / glucose	1.18	-	-	-	○	0.95
fructose	39.8	g/100g	10.0	-	○	34.2
glucose	33.8	g/100g	10.0	-	○	27.8
sucrose	< LOQ	g/100g	0.5	-	○	< 0.5
turanose	1.6	g/100g	0.2	-	○	0.8
maltose	2.5	g/100g	0.5	-	○	< 0.5
melezitose	< LOQ	g/100g	1.0	-	○	< 1.0
maltotriose	< LOQ	g/100g	1.0	-	○	< 1.0 g/100g in reference dataset
gentiobiose	< LOQ	g/100g	0.3	-	○	< 0.3 g/100g in reference dataset
raffinose	0.1	g/100g	0.1	-	○	< 0.1
mannose	< LOQ	g/100g	0.05	-	○	< 0.05 g/100g in reference dataset

Acids:

Compound	Value	Unit	LOQ	Official Reference min max	Flag	Honey-Profiling™ NMR Distribution
citric acid	79	mg/kg	50	-	○	< 50
malic acid	< LOQ	mg/kg	100	-	○	< 100
quinic acid	< LOQ	mg/kg	300	-	○	< 300 mg/kg in reference dataset

Additional Parameters for Fermentation, Processing and Origin:

Compound	Value	Unit	LOQ	Official Reference min max	Flag	Honey-Profiling™ NMR Distribution
2,3-butanediol	< LOQ	mg/kg	20	-	○	< 20
5-hydroxymethylfurfural	9	mg/kg	5	-	●	< 5
acetic acid	11	mg/kg	10	-	○	< 10
acetoin	< LOQ	mg/kg	20	-	○	< 20
ethanol	12	mg/kg	5	-	○	< 5
lactic acid	30	mg/kg	10	-	○	< 10
formic acid	32	mg/kg	5	-	○	< 5
fumaric acid	< LOQ	mg/kg	5	-	○	< 5
pyruvic acid	20	mg/kg	10	-	○	< 10
succinic acid	15	mg/kg	5	-	○	< 5

Amino Acids:

Compound	Value	Unit	LOQ	Official Reference min max	Flag	Honey-Profiling™ NMR Distribution
alanine	17	mg/kg	5	-	○	< 5
aspartic acid	< LOQ	mg/kg	150	-	○	< 150
glutamine	< LOQ	mg/kg	200	-	○	< 200
leucine	< LOQ	mg/kg	40	-	○	< 40
proline	616	mg/kg	150	-	○	234
valine	< LOQ	mg/kg	10	-	○	< 10
tyrosine	< LOQ	mg/kg	50	-	○	< 50
phenylalanine	< LOQ	mg/kg	100	-	○	< 100

Markers:

Compound	Value	Unit	LOQ	Official Reference min max	Flag	Honey-Profiling™ NMR Distribution
3-phenyllactic acid	< LOQ	mg/kg	300	-	○	< 300 mg/kg in reference dataset
dihydroxyacetone	< LOQ	mg/kg	20	-	○	< 20 mg/kg in reference dataset
kynurenic acid	< LOQ	mg/kg	60	-	○	< 60 mg/kg in reference dataset
methylglyoxal	< LOQ	mg/kg	30	-	○	< 30 mg/kg in reference dataset
shikimic acid	< LOQ	mg/kg	80	-	○	< 80 mg/kg in reference dataset

Figura 2.2

Ejemplo de reporte de algunas sustancias propias de la miel por NMR

NMR permite en un solo análisis la cuantificación de más de 35 componentes de la miel, incluyendo su perfil de azúcares, HMF, prolina, ácidos orgánicos, marcadores de origen botánico, y marcadores de adulteración (Figura 2.2). Además de permitir un juicio rápido de la miel, también puede verificar el origen geográfico y botánico de la misma. El método, por supuesto, también puede determinar ciertos marcadores para la adulteración como el monosacárido manosa, que no es típico de la miel de flores.

NMR compara la muestra bajo análisis con varios miles de muestras auténticas de miel. Esto también permite la detección de desviaciones desconocidas y/o inesperadas de la miel natural. Esto se llama "análisis no dirigido" dado que se pueden encontrar sustancias que uno no estaba buscando inicialmente.

Lo que sale al final es una "huella dactilar" de la muestra de miel, por lo que el método necesita sin dudas de una base de datos de huellas dactilares de muestras de miel auténticas con la que pueda compararse (franja coloreada de la Figura 2.3).

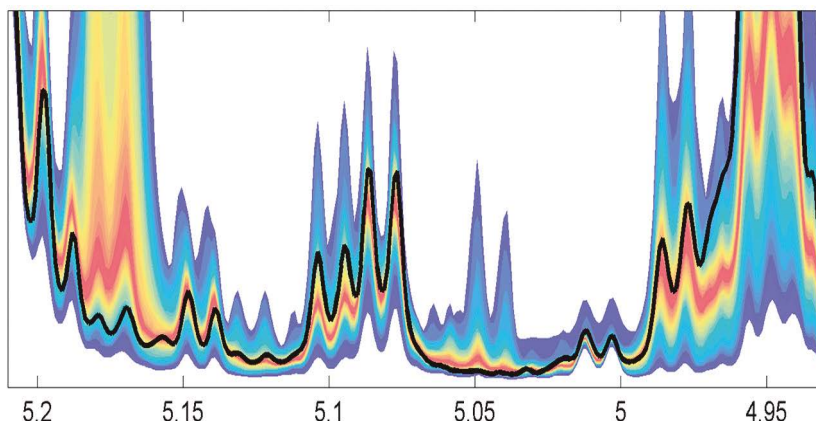


Figura 2.3
Espectro de una muestra de miel genuina analizada por NMR.

Fuente: <http://www.bruker.com>

La banda de diferentes colores indica el rango esperable para cada sustancia (pico) dentro de la base de datos de diferentes mieles. En este caso, la muestra analizada (línea negra) es pura porque siempre muestra valores dentro del rango esperable.

Finalmente, NMR permite tanto la detección de azúcares tipo C4 como también la detección de jarabes de azúcar de plantas C3 como el arroz o el trigo, que no pueden detectarse adecuadamente utilizando el método EA-IRMS (Figura 2.4).

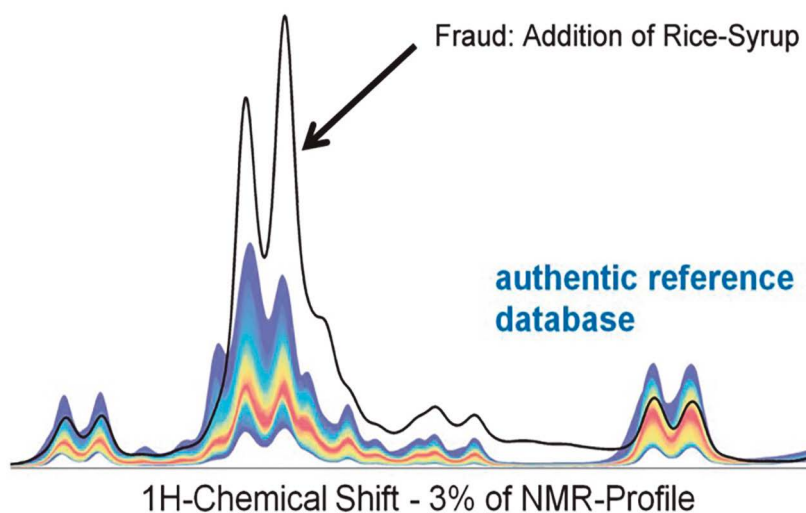


Figura 2.4
Espectro de miel adulterada con jarabe de arroz.

Fuente: <http://www.bruker.com>

Una limitante de NMR es su sensibilidad. Si bien detecta adulterantes de tipo C3 lo hace con una sensibilidad mayor al 10 %. Pero, por otro lado, también detecta fraudes de tipo origen botánico y geográfico de la miel.

Cromatografía Líquida acoplada a la Espectroscopia de Masas de Alta Resolución (LC-HRMS)

Recientemente, el conjunto de pruebas disponibles para determinar la autenticidad de la miel se ha visto ampliado por la llegada de la Cromatografía Líquida acoplada a la Espectrometría de Masas de Alta Resolución (LC-HRMS) (Du *et al.*, 2015; Senyuva *et al.*, 2015). Es un método de cribado para los marcadores de adulteración y que ahora es ofrecido rutinariamente por varios laboratorios independientes. LC-HRMS es complementaria a NMR y, debido a las diferencias en la preparación de muestras y la detección física, permite identificar un conjunto diferente de moléculas.

En comparación con la espectroscopia de NMR, LC-HRMS es altamente sensible y puede detectar cantidades muy pequeñas de compuestos, entregando rutinariamente miles de marcadores analíticos. LC-HRMS proporciona acceso a nuevos marcadores adicionales para la adulteración y que son complementarias a todas las otras tecnologías (FoodQS, 2019): liso-C14:0-fosfatidilcolina, liso-C16:0-fosfatidilcolina, liso-C18:0-fosfatidilcolina, y lyso-C18:1-fosfatidilcolina.

Permite tanto un análisis dirigido de adulterantes de miel conocidos, como también un análisis no dirigido para la detección de adulterantes desconocidos en una sola prueba analítica. El método posee una sensibilidad significativamente más alta para la detección de azúcares foráneos a la miel si se lo compara con los otros métodos desarrollados anteriormente, detectando tanto azúcares tipo C4 como también tipo C3. Por su alta sensibilidad, este método detecta también malas prácticas de alimentación artificial de las colmenas.

El análisis polínico, un complemento de las técnicas de laboratorio

En caso de observarse desviaciones, seguramente se indique la realización de alguna prueba específica adicional. Los análisis polínico y organoléptico, así como el estudio de la trazabilidad del origen geográfico ayuda a establecer la autenticidad de la miel.

La selección de los métodos a utilizar depende de lo que se quiera determinar en una muestra de miel y, pueden utilizarse secuencialmente varios métodos en una misma muestra. Ejemplo: el origen de la muestra, podría dilucidarse con el análisis polínico y luego ajustarse con métodos de screening como NMR o LC-HRMS y en caso que lo requiera, aplicar, además, métodos de detección de marcadores específicos como jarabe de arroz, caramelos, etc. En otros casos, donde se sospecha la presencia de un adulterante determinado, se pueden hacer ensayos más dirigidos buscando esas sustancias.



PARA TENER EN CUENTA

Dada la compleja composición de la miel y la sofisticación y dinamismo de los métodos de adulteración, no existe ningún método que, utilizado solo, pueda detectar eficientemente todos los tipos de fraude. Para comprender la magnitud del problema del fraude en el mercado internacional de miel se recomienda la lectura del documento **DECLARACION DE APIMONDIA SOBRE EL FRAUDE EN LA MIEL**, disponible en el siguiente enlace: www.apimondia.com/docs/declaracion_apimondia_fraude_miel_v_2.pdf

RESUMIENDO

APIMONDIA (2020) recomienda enfáticamente una selección de métodos adaptados a cada situación específica, constituyendo la evaluación de riesgos un primer paso obligatorio para decidir sobre las pruebas de laboratorio a utilizar. En todos los casos, una estrategia adecuada de detección del fraude de la miel debe incluir un método de screening poderoso como NMR y/o LC-HRMS, que cubren una amplia gama de marcadores de calidad tradicionales como así también marcadores de adulteración recientemente encontrados.

En el caso de Argentina se usan métodos como EA-IRMS, LC-IRMS y detección de oligosacáridos que indican la presencia de jarabes en muy bajas concentraciones y/o detección de enzimas exógenas como beta-fructofuronidasa que proviene de hidrólisis en preparación de jarabes. Muchos de nuestros compradores exigen además las pruebas de NMR y LC-HRMS. Todos los métodos son complementarios entre sí ya que tienen distintos "target" de detección.

Todos son métodos de gran sensibilidad y pueden detectar las muestras fuera de especificación por la presencia de azúcares foráneos a la miel provenientes ya sea, del agregado de jarabes o de la contaminación accidental sino se toman en cuenta las buenas prácticas de manejo para alimentación artificial de las colonias. Pero en contraposición, también son herramientas para reconocer aquellas mieles que fueron producidas correctamente. En este sentido, los análisis de Laboratorio son un camino para proteger nuestro producto puro y noble contra mercados de productos intencionalmente fraudulentos.

Cabe destacar que, para una correcta interpretación de los resultados de los análisis de laboratorio, la tendencia mundial es contar con la mayor información posible de la muestra: lugar de origen, datos de los registros desde el apiario, fecha de la toma de muestra, jarabe utilizado, etc. Además, es recomendable que el productor conserve una muestra del jarabe para remitirlo al laboratorio en caso de ser necesario. Es importante señalar que los registros de campo (completados a conciencia por el apicultor) son la base de todo el sistema de trazabilidad en la producción de miel.

La gran cantidad metodologías analíticas que existen evidencian la complejidad de la miel como matriz de análisis, por su diversidad natural.

Además, la aparición de nuevos adulterantes o prácticas fraudulentas son un constante desafío analítico para discernir la sutil diferencia que existe entre el fraude intencional y los resultados de la mala aplicación de prácticas de alimentación de las colonias.



La implementación de las Buenas Prácticas en Alimentación evita rechazos y la pérdida de confianza de los compradores



BIBLIOGRAFÍA

Afrin, S., T. Forbes-Hernandez, M. Gasparrini, S. Bompadre, J. Quiles, G. Sanna, N. Spano, F. Giampieri y M. Battino: *Strawberry-tree honey induces growth inhibition of human colon cancer cells and increases ros generation: A comparison with manuka honey.* *Int. J. Mol. Sci.* 18: 613. 2017.

Apimondia: *Declaración de Apimondia sobre el Fraude en la Miel.* Disponible en: www.apimondia.com/docs/declaracion_apimondia_fraude_miel_v_2.pdf. 2020.

Biluca, F., J. Bernal, S. Valverde, A. Ares, L. Gonzaga, A. Costa y R. Fett: *Determination of Free Amino Acids in Stingless Bee (Meliponinae) Honey.* *Food Anal. Methods* 12: 902–907. 2019.

Bogdanov, S., C. Lullmann, P. Martin, W. Von Der Ohe, H. Russmann, G. Vorwohl, L. P. Oddo, A. Sabatini, G. Marcazzan, R. Piro, C. Flamini, M. Morlot, J. Lheritier, R. Borneck, P. Marioleas, A. Tsigouri, J. Kerkvliet, A. Ortiz, T. Ivanov, B. D' Arcy, B. Mossel, y P. Vit: *Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission.* *Bee World* 80: 61–69. 1999.

Cabañero, A., J. Recio y M. Rupérez: *Liquid Chromatography Coupled to Isotope Ratio Mass Spectrometry: A New Perspective on Honey Adulteration Detection.* *J. Agric. Food Chem.* 54: 9719–9727. 2006.

Can, Z., O. Yildiz, H. Sahin, E. Turumtay, S. Silici y S. Kolayli: *An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles.* *Food Chem.* 180: 133–141. 2015.

DIN NORM 10742: *Analysis of Honey. Guideline for Sampling.* Disponible en: <https://www.din.de/en/wdc-beuth:din21:139747420>. 2011.

Du B., L. Wu, X. Xue, L. Chen, Y. Li, J. Zhao y W. Cao: *Rapid screening of multiclass syrup adulterants in honey by ultra-high performance liquid chromatography/quadrupole time-of-flight mass spectrometry.* *J. Agric. Food Chem.* 63: 6614–23. 2015.

Dübecke, A., J. Van Der Meulen, B. Schütz, D. Tanner, G. Beckh y C. Lüllmann: *NMR Profiling a Defense Against Honey Adulteration.* *Am. Bee J.* 158: 83–86. 2018.

Elflein, L. y K. Raezke: *Improved detection of honey adulteration by measuring differences between ¹³C/¹²C stable carbon isotope ratios of protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer – isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography – isotope ratio mass spectrometry (^δ¹³C-EA/LC-IRMS).* *Apidologie* 39: 574–587. 2008.

FoodQS: *Customer information.* Disponible en: <https://www.foodqs.de>. 2019.

Herpai, Z., J. Szigeti y J. Csapó: *A rapid and sensitive method for the determination of high-fructose corn syrup (HFCS) in honey.* *Acta Univ. Sapientiae Alimentaria*, 6: 5–13. 2013.

Kämpf, B. Psicose – eine neue Markersubstanz: *Nachweis von Honigfälschungen und Überprüfung der Authentizität.* *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 1: 15–19. 2018.

Li, S., X. Zhang, Y. Shan, D. Su, Q. Ma, R. Wen, R. y J. Li: *Qualitative and quantitative detection of honey adulterated with high-fructose corn syrup and maltose syrup by using near-infrared spectroscopy.* *Food Chem.* 218: 231–236. 2017.

Marcinkevicius, K.: *Análisis de mieles por Resonancia Magnética Nuclear (RMN).* Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/analisis-de-mieles-por-resonancia-magnetica-nuclear-rmn>. 2017.

Meda, A., C. Lamien, M. Romito, J. Millogo y O. Nacoulma: *Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity.* *Food Chem.* 91: 571–577. 2005.

Megherbi, M., B. Herbreteau, R. Faure y A. Salvador: *Polysaccharides as a Marker for Detection of Corn Sugar Syrup Addition in Honey*. J. Agric. Food Chem. 57: 2105–2111. 2009.

Missler, J., T. Wiezorek y G. Beckh: *Mannose: a marker for adulteration with syrup or resin treatment of blossom honey*. In: Magnetic Resonance in Food Science 2016. Proceedings Applications of Magnetic Resonance in Food Science, 17-20. DOI: 10.1255/mrfs.4. 2016.

Padovan, G. D. De Jong, L. Rodríguez y J. Marchini: *Detection of adulteration of comercial honey samples by C13/C12 isotopic ratio*. Food Chem. 82: 633-636. 2003.

Ruiz-Matute, A., S. Rodríguez-Sánchez, M. Sanz e I. Martínez-Castro: *Detection of adulterations of honey with high fructose syrups from inulin by GC analysis*. J. Food Compos. Anal. 23: 273–276. 2010.

Schwarzinger, S., B. Kämpf, F. Brauer y P. Rösch: *Food fraud: Testing honey with NMR-profiling*. New Food. Disponible en: <https://www.newfoodmagazine.com/article/21381/food-fraud-testing-honey-with-nmr-profiling/>. 2015.

Se, K., R. Wahab, S. Syed Yaacob y S. Ghoshal: *Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends*. J. Food Compos. Anal. 80: 16–32. 2019.

Senyuva, H., V. Gökmen y E. Sarikaya: *Future perspectives in Orbitrap™-high-resolution mass spectrometry in food analysis: a review*, 2015. Food Addit.Contam. Part A 32: 1568-606. 2015.

Soares, S., J. Amaral, M. Oliveira y E. Mafra: *A Comprehensive Review on the Main Honey Authentication Issues: Production and Origin*. Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety 16: 1072-1100. 2017.

Spiteri, M., E. Jamin, F. Thomas, A. Rebours, M. Lees, K. Rogers y D. Rutledge: *Fast and global authenticity screening of honey using 1H-NMR profiling*. Food Chem. 189: 60–66. 2015.

White, J. Jr., M. Riethof, M. Subers e I. Kushnir: *Composition of American honeys*. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service, Washington, DC. Tech. Bulletin, 1261, 9. 1962.

Xue, X., Q. Wang, Y. Li, L. Wu, L. Chen, J. Zhao y F. Liu: *2-Acetylfuran-3-Glucopyranoside as a Novel Marker for the Detection of Honey Adulterated with Rice Syrup*. J. Agric. Food Chem. 61: 7488–7493. 2013.

Zhou, J., Q. Yitao, R. Joan, D. Lili, W. Liming, D. Qingyun, L. Yi y Z. Jing: *Analysis of Maltooligosaccharides in Honey Samples by Ultra-performance Liquid Chromatography coupled with Evaporative Light Scattering Detection*. Food Research International 56. 10.1016/j.foodres.2014.01.014. 2014.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE ABEJAS

Joaquín Moja, Graciela Rodríguez y María Belén Bedascarrasbure

INTRODUCCIÓN

Para mantener las colonias saludables y productivas es de suma importancia conocer tanto el aporte del ambiente como también los requerimientos de las obreras, zánganos y reinas en las distintas etapas de su desarrollo para cumplir adecuadamente con su función en la dinámica de la colonia. Una dinámica responde a los cambios estacionales, marcados en climas templados, donde se diferencian claramente los inviernos fríos, con veranos cálidos y las transiciones de otoño y primavera. En el caso de ambientes tropicales y subtropicales las diferencias se presentan como estaciones secas o húmedas. En ambos casos, se observan periodos de escasez de alimento a los que las abejas se han adaptado mediante cambios fisiológicos o de comportamiento.

Una nutrición deficiente afecta la vitalidad de la colonia deteriorando su salud y desempeño productivo. Tiene consecuencias a nivel de cada abeja tornándola más susceptible a las enfermedades y afectando negativamente las funciones que debe desempeñar. A nivel de la colonia podría generar retrasos en el desarrollo, reducción de la producción e incluso ocasionar su muerte.

Esta falta de sincronización entre la oferta del ambiente y las necesidades de la colonia requieren de la intervención del apicultor utilizando alimentos artificiales como complemento de la alimentación natural. Así, la alimentación artificial estratégica es una herramienta de manejo que forma parte del sendero tecnológico ajustado en cada ambiente.

Identificado el problema, focalizando el tema en la alimentación de las abejas, es necesario que el técnico/extensionista/apicultor, conozca conceptos básicos de nutrición y alimentación, los principales alimentos artificiales y que pueda planificar estratégicamente el uso de la alimentación artificial sin poner en riesgo la calidad de la miel.

Por eso, en este capítulo, profundizaremos conceptos sobre nutrición y alimentación de abejas.

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

¿Es lo mismo alimentar que nutrir?

Lo primero que debemos tener en cuenta antes de hablar de cualquier tipo de alimento, manejo, etc., es que alimentar no necesariamente significa nutrir. **Alimentación** es el aporte de alimentos que un individuo ingiere; mientras que la **nutrición** implica la digestión, asimilación y aporte de nutrientes a nivel de las células.

Nutrición es el aporte de dichos nutrientes a nivel de tejidos.

Un alimento es una sustancia o mezcla de sustancias que, al ser ingerida por un individuo, le aporta a su organismo materiales y/o energía necesarios para su normal funcionamiento. Existen muchos alimentos, cada uno con distintas sustancias, pero sólo algunas de ellas son útiles para el metabolismo.



Un **NUTRIENTE** es una sustancia integrante de los alimentos que resultan indispensables para el buen funcionamiento del organismo.

NUTRICIÓN es, por ende, el conjunto de procesos mediante los que el cuerpo usa, transforma e incorpora sustancias con tres fines:

- » Aporte de la energía necesaria para la ocurrencia de los numerosos procesos vitales.
- » Suministro de materiales para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de las estructuras corporales.
- » Aporte de las sustancias necesarias para la regulación de las numerosas reacciones físicas y químicas que se producen en el organismo.

ALIMENTACIÓN NATURAL es el ideal, aunque no siempre resulta suficiente para la supervivencia de la colonia o para lograr el resultado productivo que se espera.

¿Abejas gordas o abejas flacas?

Una abeja que se alimenta abundantemente puede no estar convenientemente nutrida si no ingiere con su alimento los nutrientes necesarios, o no puede aprovecharlos adecuadamente.

En el caso de las abejas, que poseen un exoesqueleto rígido, no hay forma de dilucidar el estado de las reservas corporales de los individuos a simple vista.

No podremos saber si nuestras abejas están bien nutridas a simple vista, por lo que el seguimiento y la observación de las reservas de la colonia son fundamentales para asegurar la vitalidad de nuestras abejas.

¿Qué necesitan las abejas para subsistir?: Los requerimientos nutricionales de la colonia

Para subsistir y cumplir con su ciclo de vida, las abejas obtienen del ambiente cuatro recursos: néctar, polen, agua y resina. Con esos alimentos, la abeja cubre sus requerimientos nutricionales en términos energéticos, proteicos, de vitaminas y minerales (Figura 3.1).

La demanda de dichos recursos es variable, y depende en gran medida del estado poblacional de las colonias. La oferta de recursos depende directamente de las fuentes florales disponibles.

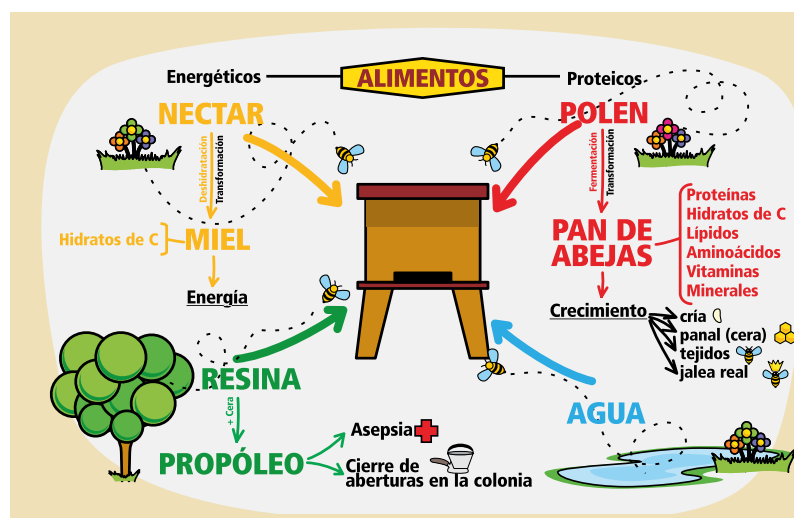


Figura 3.1
Los requerimientos
nutricionales de la
colonia de *Apis mellifera*

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
2020

Según el aporte principal al organismo, los alimentos pueden clasificarse en:

- » **Energéticos:** son aquellos que proveen la energía necesaria para el cumplimiento de las funciones vitales. En el caso de las abejas el alimento energético por excelencia es la miel.
- » **Proteicos:** son los que contribuyen principalmente al desarrollo de su estructura corporal y de otras sustancias. El alimento proteico de las colonias es el denominado pan de polen o pan de abejas (Palacio, 2009).

En su búsqueda de recursos, las abejas melíferas pueden llegar a extender su área de pecoreo hasta 3 km alrededor de la colonia, dentro de los cuales seleccionan determinados recursos florales (Rodríguez *et al.*, 2014). La extensión del área de pecoreo depende del tamaño de la colonia, de la abundancia del recurso y sus necesidades (Beeckman *et al.*, 2004). Dicha selección de las fuentes florales estaría más asociada a la concentración de azúcares de los néctares que a la calidad nutricional de los pólenes ofrecidos por las plantas. La cantidad de polen colectado está relacionado con la disponibilidad en el ambiente, y con las necesidades nutricionales de la colonia, la cantidad de polen almacenado y con el área de cría (Schmickl y Crailsheim, 2004).

LAS SUSTANCIAS NATURALES RECOLECTADAS POR LAS ABEJAS

Néctar

La principal fuente de carbohidratos de la colonia es el néctar floral, que las abejas transforman en miel, les aporta energía para el vuelo, para la termorregulación y para la producción de cera.

Es una solución acuosa que contiene principalmente agua y azúcares (en una concentración que va de 5 a 80%) y, bajas concentraciones de otras sustancias tales como componentes nitrogenados, minerales, ácidos orgánicos, vitaminas, lípidos, pigmentos y sustancias aromáticas (Figura 3.2).

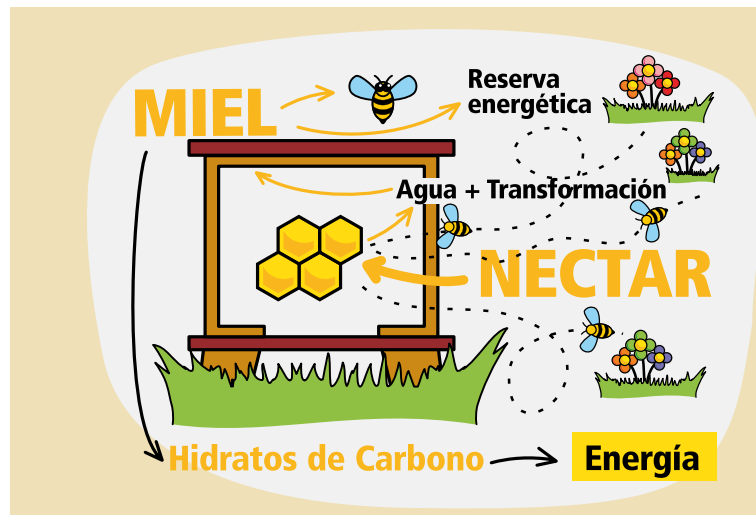


Figura 3.2
Néctar la fuente de energía

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, 2020

El néctar está compuesto principalmente por tres azúcares: SACAROSA, GLUCOSA Y FRUCTOSA; y es LA CONCENTRACIÓN Y PROPORCIÓN DE ESTOS AZÚCARES lo que determina la CALIDAD NUTRICIONAL del mismo

(Palacio, 2009).

La cantidad de néctar producida por una planta es muy variable y los principales factores que la afectan son: las condiciones climáticas, las condiciones del suelo, la genética, la altitud y la latitud.

Los azúcares son uno de los estímulos más determinantes en el comportamiento de las abejas. Las forrajeras colectan el néctar succionándolo por medio de la probóscide (unión de los extremos libres de las piezas bucales que forma un tubo temporal capaz de succionar líquidos) (Figura 3.3).

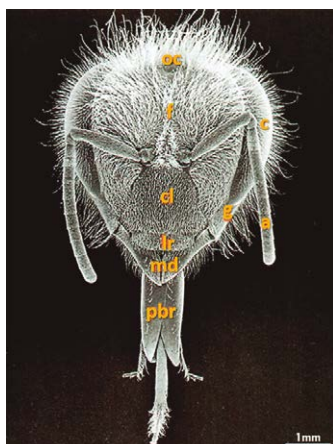


Figura 3.3

Vista frontal de la cabeza de una obrera con LA PROBÓSCIDE EXTENDIDA.

El labrum (lr) o labio superior se ubica inferior al clípeo (cl). Las mandíbulas (md) articulan con las mejillas laterales de la capsula cefálica, la gena (g).

La probóscide (pbr) esta formada por las maxilas y los labios. También se observan los ojos compuestos (c), el ocelo dorsal medio (oc), la parte frontal de la capsula cefálica (f) y las antenas (a).

Modificado de Goodman, L., 2003

En general, las abejas prefieren néctares con una concentración de azúcares de entre 10 y 70% (Nicolson y Thornburg, 2007) y con una mayor proporción de sacarosa, siendo la concentración óptima de azúcares alrededor de 60% (Roubik y Buchmann, 1984). Por encima de este valor, las soluciones se vuelven demasiado viscosas para su recolección.

Las abejas pecoreadoras colectan el néctar a partir de una gran variedad de fuentes florales, el mismo puede ser usado directamente como alimento para la cría y/o adultos, aunque lo más frecuente es su previa transformación en miel. En este proceso la sacarosa es transformada en partes aproximadamente iguales de glucosa (G) y fructosa (F). La proporción de G/F resultante determinará características importantes de la miel como el tiempo de cristalización.

La cantidad de miel consumida por una colonia de abejas varía considerablemente dependiendo del tamaño de la colonia, de la cantidad de cría existente, del ingreso natural de néctar y de las condiciones meteorológicas. **Durante los períodos de mayor actividad de la colonia, además de las necesidades alimentarias de la cría, el pecoreo demanda una gran cantidad de energía.**

La recolección de néctar por parte de las abejas responde a una necesidad de acopio y no existe una declinación de la actividad de recolección de néctar a medida que aumenta la cantidad de miel almacenada en la colmena (Figura 3.4).



Figura 3.4

Abeja colectando néctar de flor de damasco

Fuente: Graciela Rodríguez

Polen

El polen es un polvo que se encuentra en las anteras de las plantas, que las abejas pecoreadoras colectan acumulándolo en una región cóncava en la tibia exterior de las patas traseras denominadas corbículas (Figuras 3.5 y 3.6), formando el denominado polen corbicular. El polen corbicular generalmente corresponde a una única especie, ya que las pecoreadoras suelen tener una "constancia floral", es decir, que visitan una única especie en cada vuelo de forrajeo (Free, 1963; Gruter y Ratnieks, 2011).

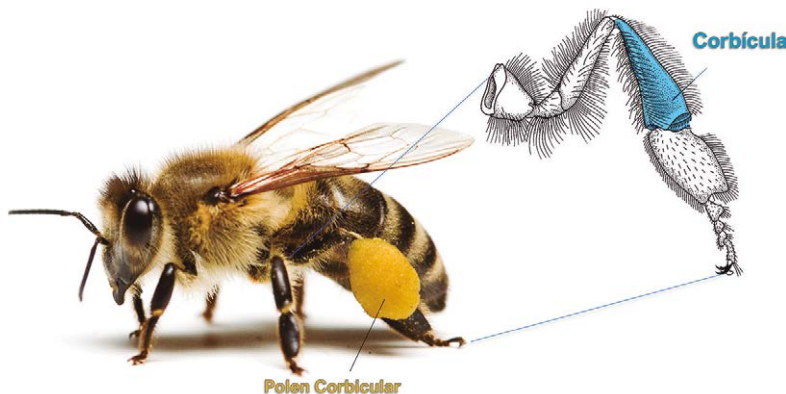


Figura 3.5
Corbícula

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, 2021



Figura 3.6
Abeja recolectando polen sobre flor de cosmos

Fuente: Graciela Rodríguez

El polen aporta proteínas, ácidos grasos, esteroides y micronutrientes, que las abejas necesitan para (Kleinschmidt, 1990):

- » la nutrición de las larvas
- » el desarrollo de las abejas jóvenes
- » la reparación de las células corporales y glándulas de las abejas adultas

Su **composición química** varía principalmente de acuerdo con la fuente floral; aunque también puede verse afectada por otros factores como la humedad, la temperatura, el pH y fertilidad del suelo.

Los hidratos de carbono representan entre el 15 y el 35% de la composición total del polen. Los aminoácidos libres representan entre un 10 y 13% (Palacio, 2009). Los lípidos representan entre un 1 y un 5%, aunque algunos autores han registrado hasta un 20%. Los tres ácidos grasos más comunes en el polen son el palmítico, linoleico (omega-6) y alfa linoleico (omega-3). Estos lípidos son necesarios para la reserva de energía, tienen funciones estructurales (los fosfolípidos son constituyentes de las membranas celulares), componentes de hormonas, algunos tienen función atrayente a las abejas y otros como el ácido linoleico con funciones microbiológicas (Manning, 2001; Somerville, 2005; Black, 2006).

El polen también es la fuente principal de micronutrientes de la colonia: vitaminas como ácido ascórbico, fólico y pantoténico, biotina, piridoxina, riboflavina, tiamina, D y E y sales minerales que representan entre un 2,5 y 3,5 % de la masa seca total (Herbert, 1992; Vanderplanck *et al.*, 2014; Villette *et al.*, 2015).

El valor nutritivo del polen

Está determinado, principalmente, por el CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA (PC) y la relación entre los AMINOÁCIDOS ESENCIALES.

Proteína Cruda (PC)

Hay pólenes donde la PC representa sólo un 2,5% mientras otras, pueden llegar a tener casi un 50% de PC. En términos generales, la proteína cruda (PC) representa entre el 15 y el 35% de la masa del polen (Herbert y Hill, 2015).

En base a su proteína cruda (Kleinschmidt y Kondos, 1976), los pólenes pueden clasificarse en:

- » **PC menos de 20-25 %.** Los pólenes en esta categoría no son suficientes por sí solos para sostener el desarrollo de la colonia. Por ejemplo, los que provienen de Cardo, arándano, cítricos, lavanda, maíz, girasol, pinos y sauces.
- » **PC entre 20-25 %.** Son capaces de sostener el desarrollo de la colonia en condiciones de ingreso suave de néctar. Por ejemplo, el de algunos eucaliptus, canola, mostacilla y abrepuño (Rodríguez *et al.*, 2014).
- » **PC mayor de 20-25 %.** Son capaces por sí solos de sostener el desarrollo de la colonia en condiciones de flujo fuerte de néctar. Por ejemplo, el polen que proviene de la flor morada, tréboles, almendro, pera y algunos eucaliptus.

EL VALOR ÓPTIMO DE PROTEÍNA CRUDA para cubrir las necesidades de la colonia se halla en un rango de entre 23 y 30%.

(Herbert *et al.*, 1977)

Un único tipo de polen, difícilmente cubra los requerimientos nutricionales de la colonia, por eso las pecoreadoras tienden a recolectar una mezcla de pólenes de diferentes orígenes florales.

Estas mezclas de pólenes han demostrado tener un mayor valor nutritivo y favorecer el desarrollo, la inmunidad, el aprendizaje y la longevidad de las abejas. Las larvas dependen especialmente de la proteína y su desarrollo se ve fuertemente afectado por la escasez de este nutriente; la inanición larval, sola o en combinación con otros factores estresantes, puede debilitar las colonias (Rodríguez *et al*, 2018).

Balance de aminoácidos en el polen

El valor nutricional de un polen no sólo depende de su contenido de PC, sino de que el balance de aminoácidos sea el apropiado para cubrir las necesidades de la colonia. Ya en 1950, De Groot publicó un listado con los 10 aminoácidos considerados esenciales para cubrir los requerimientos nutricionales de *A. mellifera* (De Groot, 1953) (Tabla 3.1). Y dentro de estos, **la isoleucina sería el aminoácido limitante más frecuente cuando existe una carencia de proteínas.**

Así, algunos pólenes son inapropiados para una adecuada nutrición de las abejas ya sea, por su baja PC y/o deficiencia en algún aminoácido, cuando son la única fuente de proteína disponible. Un ejemplo, es el polen de algunos eucaliptus, que no sólo poseen poca PC, sino que también son pobres en isoleucina (Kleinschmidt, 1998).

Si algún aminoácido esencial se encuentra en cantidad insuficiente en la dieta, las abejas aumentan el consumo de polen para suplir esas deficiencias (Hendriksma y Shafir, 2016).

Tabla 3.1: Aminoácidos esenciales y % mínimo en la proteína digestible

Aminoácido	% Mínimo del aa en la proteína digestible
Treonina	3
Valina	4
Metionina	1,5
Leucina	4,5
Isoleucina	4,0
Fenilalanina	2,5
Lisina	3,0
Histidina	1,5
Arginina	3,0
Triptofano	1,0

¿Las abejas consumen polen fresco?

Las abejas normalmente no consumen el polen fresco, ya que este posee una cubierta externa de material muy resistente (esporopolenina), y no son capaces de romperla (Figura 3.7).

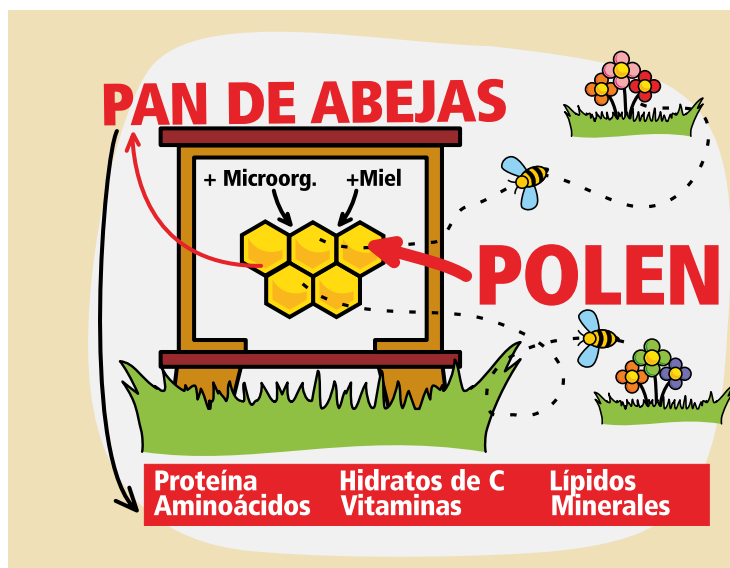


Figura 3.7
Utilización del polen para la alimentación de la colonia

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, 2020

El polen es procesado por las abejas

Una vez en el panal, el polen colectado es almacenado en celdas que contienen cargas depositadas previamente, y potencialmente provenientes de diferentes fuentes florales (Camazine, 1991. Podriznik y Bozic, 2016). Las nodrizas lo compactan, agregan secreciones glandulares y lo sellan con una película de miel. Allí sufre un proceso de fermentación cuyo producto final se denomina **PAN DE ABEJAS** (Figuras 3.8 y 3.9). Dicho proceso hace que los nutrientes del polen estén disponibles para las abejas.



Figura 3.8
Panal con corona de miel, pan de polen y cría

Fuente: Graciela Rodríguez

El valor nutricional del pan de abejas

El valor nutricional del pan de abejas depende del polen que le dio origen, sin embargo, ambos, polen y pan de abejas, presentan características físico químicas diferentes como resultado del proceso de fermentación:

- » El pH del pan de abejas es menor, asociado a un aumento en la concentración de ácido láctico. (Di Cagno *et al.*, 2019)
- » El contenido proteico en el pan de abejas también es menor que el del polen a partir del cual se formó. Esta disminución en las proteínas viene asociada con un cambio en el perfil de aminoácidos libres (Wright *et al.*, 2018).
- » Los carbohidratos son importantes en el pan de abejas, llegando a representar entre el 25 y el 30% de su peso seco; esta diferencia se debe a que además del polen, las obreras agregan miel al pan de abejas (Wright *et al.*, 2018).



Figura 3.9
Pan de abejas

Agua

El agua es recolectada principalmente para el enfriamiento por evaporación en los días cálidos y para mantenimiento de la humedad del interior de la colmena (Ostwald *et al.*, 2016).

También cumple funciones de transporte y disolución de sustancias, y sirve de medio para la ocurrencia de numerosas reacciones químicas. (Figura 3.10)

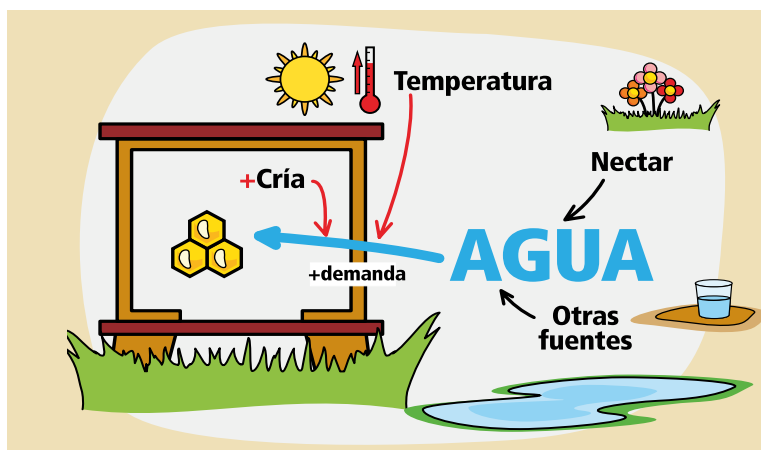


Figura 3.10
El agua en la colmena

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
2020

Si tenemos en cuenta que la eclosión de los huevos requiere una humedad relativa de 90- 95% en el interior del panal y que el agua también sirve para la dilución de la miel para preparar el alimento de las larvas, entonces, cuanto mayor sea la cría alimentada por una colonia, tanto mayor será la cantidad de agua requerida. El consumo de agua aumenta en forma importante cuando la temperatura externa alcanza los 45-50 grados centígrados.

**Se considera que UNA COLONIA DE ABEJAS
REQUIERE unos 200 gr. de agua diarios en el
momento de pleno desarrollo de la cría, con máximos
de 4 litros diarios en días de calor extremo.**

(García Girou, 2002)

En la colmena, el agua puede depositarse en:

- » pequeñas construcciones de cera sobre los cabezales de los cuadros.
- » minúsculas hendiduras sobre los opérculos de celdas de miel.
- » celdas de los panales, especialmente las que contienen huevos o larvas, con lo que se evita la deshidratación de las crías.

En momentos de buen ingreso de néctar, éste puede constituir una fuente importante de agua para la colonia debido a su alto contenido acuoso.

Si el ingreso de néctar no es abundante o existe una alta demanda del recurso agua, las abejas acuden a fuentes específicas como son los cursos de agua, charcos, bebederos para los animales, agua de lluvia y rocío.

Resinas

Las abejas recogen resinas con propiedades antisépticas y antimicrobianas de los árboles y arbustos. Dichas resinas son mezcladas con polen, impurezas y cera para elaborar el propóleo que se utiliza para sellar las aberturas de la colmena y esencialmente como una medida profiláctica cubriendo el interior de las celdas de cría o para momificar animales que mueren dentro de la colmena. De esta manera se evita el desarrollo de bacterias y hongos patógenos.

Existe evidencia de que las colonias aumentan la recolección de resinas en respuesta a enfermedades generadas por hongos, como la cría yesificada (Simone-Finstrom y Spivak, 2012).

Los compuestos del tipo fenólico: ácidos, ésteres, chalconas y flavonoides, presentes en las resinas son responsables de su actividad antimicrobiana (Figura 3.11).



Figura 3.11
Las resinas en la colmena

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, 2020

Hasta ahora, hemos hablado de los recursos naturales con que las abejas se alimentan y/o elaboran su alimento.

¿QUÉ NECESITAN LAS ABEJAS DURANTE SU DESARROLLO?

Las Larvas

Las **LARVAS**, ya sean de obreras, zánganos o reinas, necesitan grandes cantidades de proteína desde estadios tempranos.

El alimento larval es provisto por las secreciones de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las nodrizas (Haydack, 1970) (Figura 3.12). Las Glándulas hipofaríngeas secretan una sustancia clara, levemente ácida y compuesta principalmente de proteínas, mientras las glándulas mandibulares producen una secreción blanca, muy ácida y compuesta principalmente de lípidos (Haydack, 1970).

En condiciones normales, la mortalidad de las larvas de obreras es baja, siendo mayor en zánganos y reinas, que sufren más las fluctuaciones en la dieta.

Cuando existen problemas nutricionales la mortalidad de las larvas crece e incluso, en ausencia de polen, el canibalismo de la cría puede convertirse en una importante fuente de proteínas.

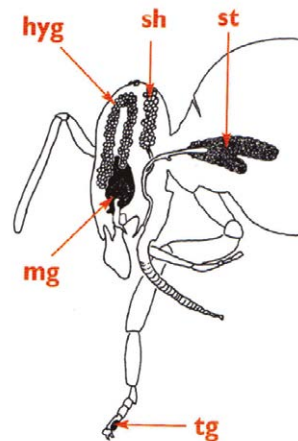


Figura 3.12
Posición de algunas de las glándulas (Sección longitudinal de una abeja obrera). Glándula hipofaríngea (hyp), glándulas mandibulares (mg), glándulas salivales cefálicas (sh) y torácicas (st) y glándulas tarsales (tg).

Modificado de Goodman, L., 2003

Las Obreras

La disponibilidad de alimentos en el periodo larval y el adulto es uno de los factores que influye sobre la expectativa de vida de las obreras (Figura 3.13).

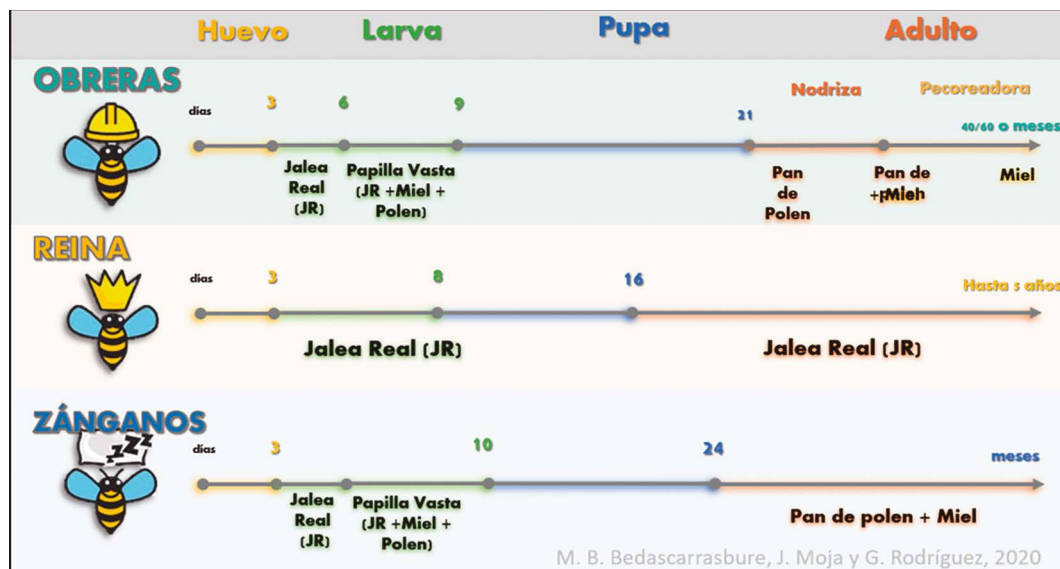


Figura 3.13
Alimentación y desarrollo de las abejas

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, J. Moja y G. Rodríguez, 2020

Luego del nacimiento, el desarrollo de tejidos corporales, músculos y glándulas, como las hipofaríngeas, dependen de una adecuada cantidad de proteínas en la dieta. Si la abeja estuvo sometida a carencia de polen, las glándulas se desarrollan en forma incompleta y se reduce la vida media.

Durante la **vida adulta temprana de las obreras**, todo el nitrógeno es derivado de las proteínas del pan de polen, consecuentemente, las **abejas jóvenes deben consumir una gran cantidad de pan de abejas en las dos primeras semanas de vida adulta**.

Las obreras comienzan a consumir pan de abeja en las primeras horas de vida. El consumo alcanza un máximo cuando tienen 5 días (Morton, 1950). En ese periodo sus glándulas hipofaríngeas, cuerpos grasos y otros órganos internos se desarrollan. Estos cambios dependen del estado de la colonia, disponibilidad de alimento (néctar y polen), la equilibrada presencia de abejas de diferentes edades, la presencia de reina y el clima entre otros (Moskovlevic-Filipovic, 1952; Crailsheim *et al.*, 1992; Moritz y Crailsheim, 1987).

A partir del día 5 el consumo decrece hasta cesar por completo entre los 15 y 18 días, momento en que comienzan a cumplir tareas fuera de la colmena. Es muy importante una dieta balanceada y abundante de las nodrizas para el buen estado de la colonia.

La **etapa de nodriza** normalmente termina cuando tienen 10 a 14 días, **momento en que comienzan la etapa de pecoreo/recolección en el campo**, en el que **disminuye drásticamente el requerimiento de proteínas**, manteniendo una mínima ingesta para

renovar proteínas corporales, observándose también una disminución en el peso y el contenido de Nitrógeno de su tracto digestivo (Brodschneider y Crailsheim, 2010). Los constituyentes dietarios principales para las abejas pecoreadoras pasan a ser los carbohidratos, obtenidos principalmente del néctar y la miel.

Las **abejas obreras viejas** necesitan sólo carbohidratos para obtener energía, la reparación de sus órganos vitales se realiza a partir de las reservas corporales que transforman en los compuestos necesarios. La cantidad de proteína utilizada por abejas más viejas, particularmente las productoras de cera, puede ser significativa y usualmente no es considerada (Kleinschmidt, 1990).

Cuando las abejas viejas son forzadas a mantener la cría, prolongan el consumo de pan de abejas aun habiendo pasado por el periodo normal de nodrizas. Bajo estas condiciones excepcionales, siguen activas el 70% de las glándulas hipofaríngeas de las abejas de 75 a 83 días de vida. Sin embargo, las nuevas abejas criadas son más frágiles, y su longevidad disminuye en la medida que aumenta la edad de las nodrizas (Haydack, 1970).

LAS NECESIDADES NUTRICIONALES DE LA COLONIA

¿Son siempre las mismas?

La respuesta es NO. **El consumo de alimentos en una colonia varía considerablemente dependiendo del tamaño de esta, de la cantidad de cría existente, del ingreso natural de néctar y de las condiciones meteorológicas.**

Las abejas se adaptaron a diferentes ambientes y mientras en clima subtropical y tropical, con abundantes floraciones, no necesitan acumular gran cantidad de reservas para sobrevivir (McNally, y Schneider 1992, Hepburn, 2006) en ambientes templados con varios meses de frío, es fundamental acumular reservas energéticas y proteicas para pasar el invierno (Amdam *et al.*, 2005).

Durante los **períodos de mayor actividad** de la colonia, además de las necesidades alimentarias de la cría, la pecoreadora demanda una **gran cantidad de energía.**

Las deficiencias de calidad de polen pueden ocurrir cuando las colmenas se encuentran en áreas de monocultivos de especies de bajo valor nutritivo, como girasol (bajo % de PC) y eucaliptus (deficiencia de isoleucina) o cuando las condiciones ambientales son muy desfavorables.

Los requerimientos nutricionales de la colonia a lo largo del año

El ambiente cambia de acuerdo a las condiciones climáticas a lo largo del año, y la oferta de recursos para la abeja varía en función de estos cambios. (DeGrandi-Hoffman *et al*, 2018) (Figura 3.14) En algunos momentos, los recursos pueden escasear. En los **ambientes templados o templados fríos**, la escasez de recursos se presenta en el período invernal, y la colonia, naturalmente se prepara para esta situación.

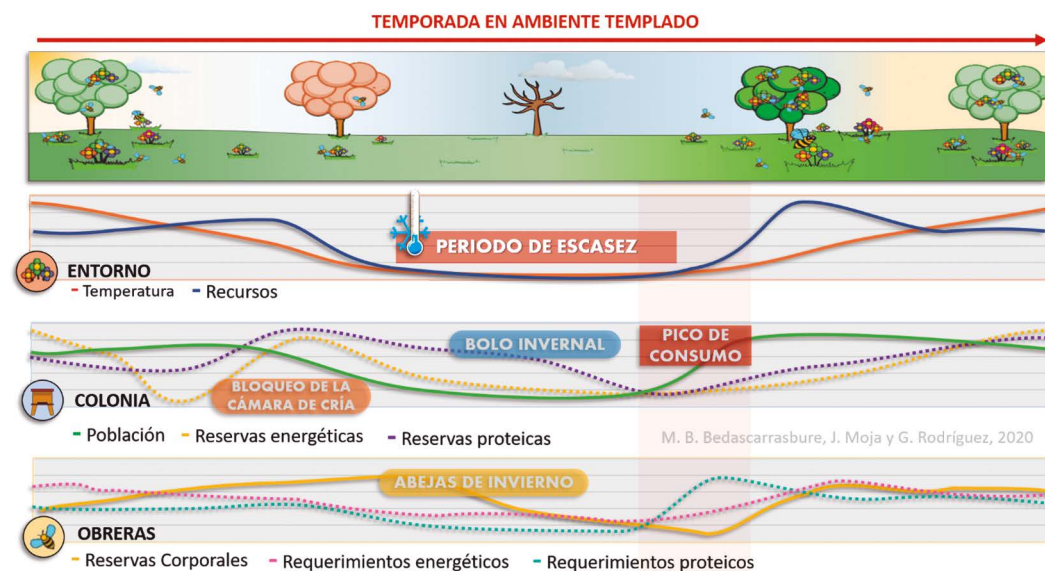


Figura 3.14
Evolución del desarrollo de las colonias en función de los cambios del ambiente.

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, J. Moja y G. Rodríguez, 2020

La colonia requiere del ambiente néctar y polen. El néctar se transforma en miel y provee energía, para que entre otras actividades, las pecoreadoras colecten los recursos del ambiente. Las abejas **transforman el polen en pan de polen** para obtener proteínas especialmente necesarias para que las nodrizas elaboren jalea real y alimenten tanto a la reina como a larvas.

¿Qué sucede cuando una colonia se desarrolla en condiciones naturales, sin la intervención del hombre?

Previo al periodo de escasez (Figura 3.15), la colonia **acumula reservas de energía (miel) en los panales**. Al aumentar la miel en los panales, se **reduce el espacio para que la reina ponga huevos** y esto se denomina **BLOQUEO DE LA CÁMARA DE CRÍA**. Como la reina no tiene espacio, detiene la postura, se reduce la cría, y las nodrizas que no tienen que alimentar las larvas, **acumulan reservas proteicas en su cuerpo**.

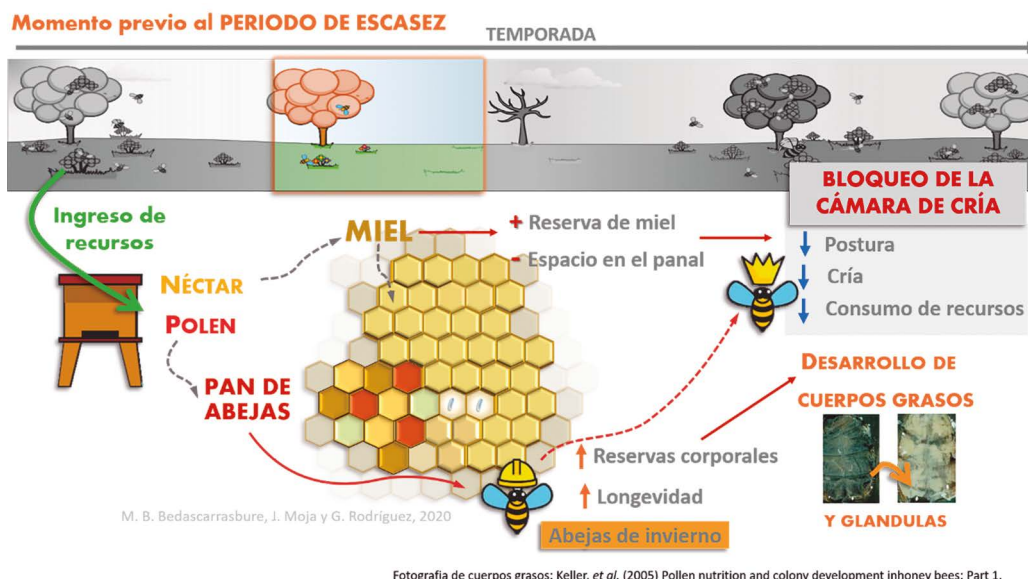


Figura 3.15
Momento previo al periodo de escasez.

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, J. Moja y G. Rodríguez, 2020

Es así que surgen las **ABEJAS DE INVIERNO**, fisiológicamente diferentes a las del verano. Estas abejas tienen **los cuerpos grasos muy desarrollados** y también **acumulan proteínas en la hemolinfa y las glándulas**. Estos cambios no pueden observarse a simple vista, porque el exoesqueleto de las abejas lo impide. **Las abejas con más reservas corporales son más longevas y viven todo el invierno.**

Los **CUERPOS GRASOS** (Figura 3.16) se definen como el centro que regula la fisiología de la abeja, ya que en ellos no sólo se sintetizan y acumulan proteínas y lípidos, sino también las moléculas que intervienen en los mecanismos de detoxificación de agroquímicos, de defensa del sistema inmune y proteínas que transportan nutrientes de un órgano a otro. La composición de los cuerpos grasos es particularmente importante en las abejas de otoño, ya que de estos dependerá la expectativa de vida de la abeja. Para la formación de los cuerpos grasos, la colmena debe disponer principalmente de polen, miel y estar libre de enfermedades (Arrese y Soulages, 2010).

A medida que avanza la temporada ya no hay entrada de néctar ni de polen y es un indicio de que la colonia transita el **período de escasez de recursos del ambiente**. (Figura 3.17)

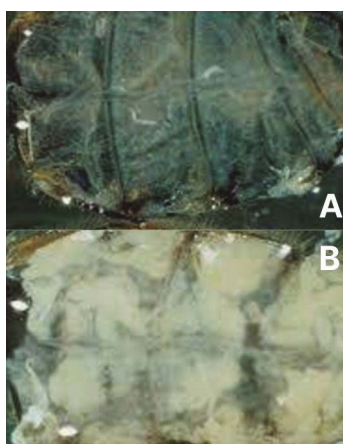


Figura 3.16
Abdomen de una abeja obrera, con a) cuerpos grasos no desarrollados y b) cuerpos grasos desarrollados.

Tomado de Keller, et al., 2005

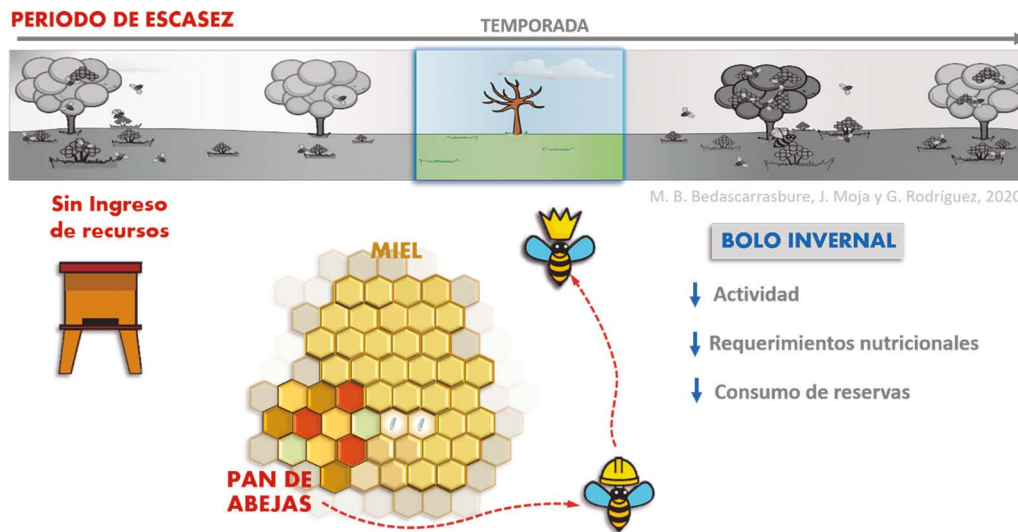


Figura 3.17
Período de Escasez.

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
J. Moja y G. Rodríguez, 2020

Durante este periodo las abejas forman **EL BOLO INVERNAL**, reducen su actividad y disminuyen sus requerimientos nutricionales, se agrupan y mantienen la temperatura.

Un caso especial: Las obreras que pasan el período de escasez

Al finalizar la temporada productiva, las abejas necesitan acumular altos niveles de proteína corporal para prepararse para el receso productivo, período de escasez de recursos. La reducción en la oferta de polen reduce la producción de cría en la colonia, de manera que las abejas que nacen ingieren gran cantidad de proteína, pero en lugar de producir jalea real, la acumulan como reservas corporales en los cuerpos grasos, en las glándulas y en la hemolinfa (Zilio y Rodríguez 2009).

La longevidad invernal de las abejas de climas templados se debe a su capacidad para almacenar proteína, siendo la vitelogenina la más abundante. La síntesis de esta proteína corporal en el otoño determinará la expectativa de vida de la abeja de invierno (Amdam y Omholt, 2002; Kunc *et al.*, 2019).

Si la reserva corporal es superior al 60% del peso de la abeja, su longevidad será mayor, tendrá una mejor tolerancia a las enfermedades y se asegurará el desarrollo primaveral de la colonia. Esto sucederá si el polen que colectan posee más del 25% de proteína, no hay interferencia con los patógenos y las condiciones climáticas no son extremas.

Por el contrario, si el contenido proteico de la abeja a invernar es menor al 30% de su peso vivirá menos tiempo de lo esperado, la susceptibilidad a las enfermedades será mayor y se verá condicionado el desarrollo primaveral de la colonia (Palacio, 2009).

Hay que prestar especial atención a los otoños benignos, con temperaturas superiores a lo normal que prolongan el periodo de actividad de la colonia y la cría, lo que genera un desgaste adicional de las reservas energéticas. En este momento, cuando el aporte de néctar es escaso, las colonias recurren al pillaje para acopiar algo más de miel. La presencia de cría demanda la atención de las nodrizas que usan sus reservas proteicas para alimentarlas, lo que impide la acumulación de vitelogenina en sus estructuras corporales (Rodríguez y Crisanti, 2019).

Durante el período de escasez de recursos, el consumo de miel es menor, sobre todo en los días de intenso frío dado que las abejas comprimen el bolo invernal disminuyendo así la difusión de calor. Las necesidades proteicas de la colonia se cubren principalmente a partir del pan de abejas y de las reservas corporales (Mattila y Otis, 2007; Döke *et al.*, 2015; Nürenberger *et al.*, 2018).

En contraposición, cuando sube la temperatura, el bolo invernal se hace menos compacto generando un aumento en el consumo de miel. Las floraciones atractivas para la abeja en este momento del año generan un desgaste adicional, que la colonia no está preparada para afrontar y puede derivar en una mayor predisposición al desarrollo de enfermedades como la Nosemosis.

La miel acumulada se utilizará para mantener la temperatura dentro de la colmena e impedir que las abejas se paralicen por el frío (Figura 3.18). El bolo invernal se va desplazando dentro de la colmena a los lugares en que se encuentran las celdas con miel (Amdam *et al.*, 2005; Döke *et al.*, 2015; Kunc *et al.*, 2019).



Figura 3.18
Cuadros con reservas.

Fuente: J. Moja

Si las reservas energéticas comienzan a escasear en la colmena, las abejas reducen el nivel de glucosa de su cuerpo, se desplazan con lentitud sobre los panales y de persistir esta situación mueren. Un signo típico es la presencia de obreras muertas dentro de la colmena, con su cuerpo metido de cabeza en las celdas, tratando de conseguir alimento (Figura 3.19).



Figura 3.19
Abejas muertas de cabeza dentro de las celdas.

Fuente: J. Moja

La única situación en que se debiese alimentar una colonia durante el receso productivo es si la supervivencia depende de este alimento. De lo contrario, todo suministro en invierno altera la formación del bolo invernal e incentiva la postura de la reina en momento inadecuado.

¿Cómo evaluar si la colonia tiene reservas de miel en el período de escasez?

Una forma de hacerlo, sin abrir la colmena, es sopesar las mismas para detectar si hay alguna muy liviana que podría ser indicio de una colonia muerta, con muy poca población o que no tiene reservas de alimentos.

Sobre el final de la temporada de escasez (Figura 3.20), si hay una pequeña entrada de polen, lentamente se reactiva el pecoreo, se inicia la postura de la reina y los requerimientos nutricionales aumentan considerablemente. Este es un momento crítico,

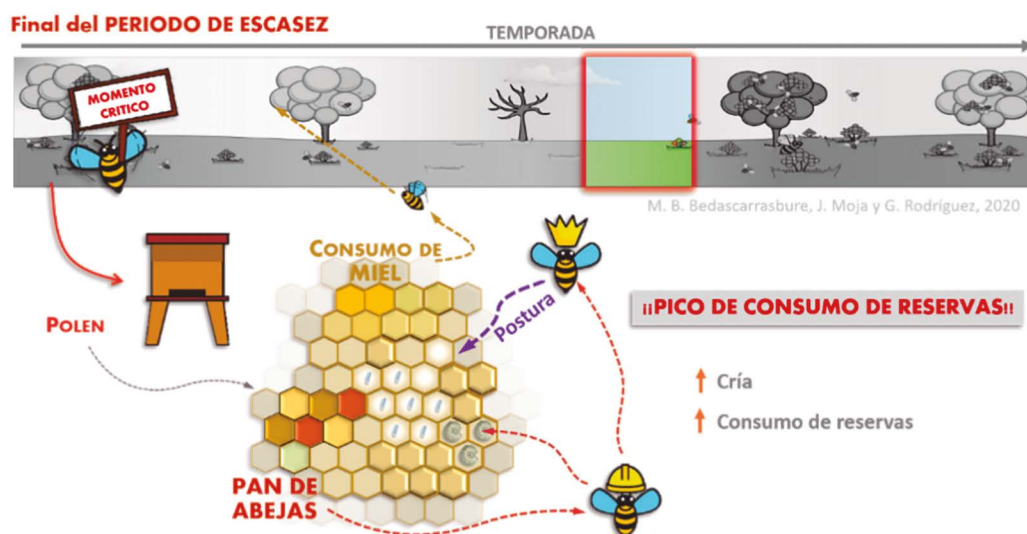


Figura 3.20
Final del período de escasez: un momento CRUCIAL.

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
J. Moja y G. Rodríguez, 2020

porque se incrementa notablemente la demanda, y aún no hay suficiente ingreso de alimento, de manera que este desarrollo se hace a expensas de las reservas generadas en la etapa previa a la escasez.

La salida del período de escasez: un momento crucial

A la salida del período de escasez, con el alargamiento de los días y algún inicio de la entrada de polen y/o néctar, se reanuda la cría con lo que comienzan a aumentar los requerimientos proteicos, energéticos y vitamínicos de la colonia. Las abejas de invierno, son las responsables de alimentar las primeras camadas de cría de la primavera, y es un momento importante, ya que en un corto plazo se renuevan las abejas adultas. En este periodo crítico no deben faltar el alimento energético ni el proteico de buena calidad. Debemos tener en cuenta que, si las colonias reciben en este momento una dieta rica en carbohidratos y pobre en proteínas, ocurrirá un rápido descenso del nivel de proteína corporal con la consiguiente disminución de la longevidad de las abejas. Esta situación se ve agravada en situaciones de sequía (Figura 3.21).



Figura 3.21

Sequía a la salida del invierno en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

Fuente: Graciela Rodríguez

Atención: ¡¡¡Termina el PERÍODO DE ESCASEZ!!!

Al finalizar el período de escasez, se produce el crecimiento poblacional de la colonia y es un periodo de alta demanda de alimentos. Si el ambiente no provee el néctar y polen necesarios, el apicultor deberá recurrir a la alimentación artificial para evitar que la colonia muera o retrase su desarrollo (Figura 3.22).

Una colonia puede sufrir estrés por falta de proteínas. Este proceso implica que las abejas pierdan proteína corporal durante un período de tiempo para suplir las carencias de polen. Si es un estrés leve, la colonia podría recuperarse en unas cuatro semanas con el aporte natural de polen con más de 25% de PC, pero si la falta de proteína en la dieta implica grandes pérdidas de proteína corporal, la colonia demorará unas doce semanas en recuperarse, perdiendo posiblemente la oportunidad de producir.

Se debe prestar especial atención a algunas actividades realizadas por las abejas que tienen altos requerimientos proteicos como: el pecoreo en un fuerte flujo de néctar, la producción de cera, o superar condiciones climáticas extremas (frío, calor). Todas reducen drásticamente el nivel de proteína corporal en las abejas.

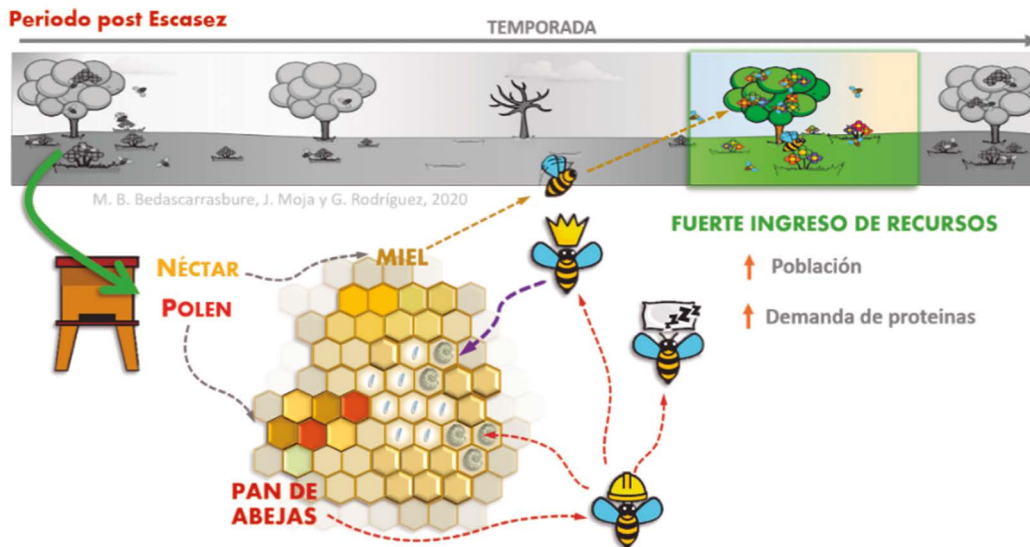


Figura 3.22
Período Post Escasez

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
J. Moja y G. Rodríguez, 2020

Ante la carencia de polen, la colonia tiene varios mecanismos para sobrellevar el momento. En primer lugar, aumenta la eficiencia en la digestión del polen, que se hace más lenta y aprovecha al máximo el contenido del pan de abeja. Luego recurre a sus reservas corporales ya que las abejas pueden sintetizar nuevas proteínas a partir de las que tiene almacenadas. También reduce la cantidad de alimento larval, lo que repercutirá en el menor peso y tamaño de las futuras abejas adultas. Por último, recurre al canibalismo; come las larvas más pequeñas y recicla la proteína para alimentar a las de mayor edad (Crailsheim, 1990).

Llegó la temporada productiva

La temporada productiva es la época de mayor aporte de alimento natural a la colonia, momento en que se produce el máximo acopio de miel en ambientes templados (Figura



Figura 3.23
Colmenas polinizando
cultivo de girasol en el sur
de la Provincia de Buenos.

Fuente: Paola Crisanti

3.23). En algunos lugares particularmente secos y cálidos, el agua puede ser la mayor limitante, ya que es necesaria para mantener la temperatura de la colmena reduciendo el exceso de calor. Ante la carencia de agua consumen miel, pueden abandonar la colmena o incluso morir dentro de ella si el calor extremo derrite la cera.

Resumiendo...

Durante el receso productivo, el consumo de miel de las colonias en ambientes templados puede estimarse entre 15 a 20 kg de miel, dependiendo de varios factores; sin embargo, en ambientes subtropicales varía entre 8 y 10 kilos.

Uno de los factores que afecta fuertemente el consumo de miel es el tamaño de la colonia de abejas. Las colonias fuertes consumen normalmente una mayor cantidad de miel hasta el inicio del flujo de néctar que las colmenas menos desarrolladas. Sin embargo, esas colonias fuertes se encuentran en mejores condiciones de aprovechar los eventuales flujos primaverales tempranos de néctar, y mientras ellas pueden acopiar miel nueva, las colonias poco desarrolladas siguen consumiendo reservas (García Girou, 2003).

Si las condiciones primaverales resultan, en promedio, poco favorables a lo largo de los años, se debería elegir una invernada con una población mínima de manera de reducir el consumo de miel. En contraposición, en otras zonas en las que las condiciones primaverales sean más benignas, y en las que se produzcan algunos flujos tempranos de néctar y polen, convendría la invernada de colonias de mayor envergadura.

De lo anteriormente expuesto, se deduce que el apicultor, a partir de un profundo conocimiento de la flora apícola y de las condiciones climáticas promedio de su zona, debe elegir una estrategia de invernada que minimice el consumo, y que a la vez asegure una adecuada población para un buen desarrollo primaveral.

LA NUTRICIÓN DE LAS COLONIAS AFECTA LA SALUD DE LAS ABEJAS Y SU PRODUCTIVIDAD



La nutrición juega un papel fundamental en la prevención de las enfermedades manteniendo el estado fisiológico interno de los diferentes individuos y favoreciendo la defensa contra los agentes patógenos

¿Cómo afecta la nutrición a la salud de las abejas?

INDIVIDUALMENTE, cada abeja tiene sus propias defensas para el control de los agentes extraños que pudieran invadir su cuerpo (Larsen *et al.*, 2018).

La primera línea de defensa la constituye **LA CUBIERTA CORPORAL**. Los patógenos para poder penetrarla deben tener mecanismos especiales, o valerse de un vector que facilite su ingreso, como los virus que aprovechan de las heridas que provoca Varroa.

Otro ejemplo de esta primera línea de defensa lo constituye **LA MEMBRANA PERITRÓFICA** que recubre el interior del estómago verdadero (también denominado intestino medio o ventrículo) de las abejas (Erlandson *et al.*, 2019). Es importante en la compartimentalización de espacios digestivos, generando ahorro de enzimas, bloqueando la absorción de desechos y sustancias que carecen de valor nutritivo y pasan directamente a la ampolla rectal (Bolognesi *et al.*, 2008). Esta membrana es la que deben atravesar patógenos como Nosema sp. para invadir las células del estómago verdadero. El desarrollo y funcionalidad de esta membrana está muy influenciado por el estado nutricional de las abejas.

La segunda línea de defensa está representada por **CÉLULAS QUE CIRCULAN EN LA HEMOLINFA** con capacidad para detectar elementos extraños y encerrándolos y eliminándolos. En algunas circunstancias una sola célula es insuficiente y son varias las que rodean al patógeno y liberan sustancias que lo destruyen. También las abejas producen sustancias en respuesta al ataque de agentes específicos como hongos o bacterias, denominadas "péptidos microbianos" (Larsen *et al.*, 2018).



Los mecanismos de defensa de cada individuo dependen de las proteínas, de manera que una mala nutrición proteica tornará a la abeja más susceptible a los patógenos.

Por otro lado, un adecuado nivel nutricional permitirá que la colonia regule la proporción de cría y abejas de diferentes edades y castas, para que cada una pueda cumplir adecuadamente con su rol. De esta manera la inmunidad social, propia de la colonia contará con todas sus integrantes para evitar que ingresen patógenos o que desencadene una enfermedad (Dolezal y Toth 2018).

Algunos **COMPONENTES DE LA INMUNIDAD SOCIAL** son: el abandono de la cría parasitada o enferma y la ubicación de las abejas adultas con la reina en otro sitio; el comportamiento de autolimpieza (Merke, 2016) y el "grooming" (Russo *et al.*, 2020), (muy efectivo para mantener baja la población de varroa); el comportamiento higiénico (Palacio *et al.*, 2010); la colecta de resinas y el uso de propóleos y la muerte de individuos enfermos lejos de la colonia para evitar la dispersión de patógenos dentro.

La presencia de patógenos afecta la nutrición de las abejas

En todos los mecanismos de defensa individual de las abejas están involucradas las proteínas. Fácilmente se deduce que cuanto mejor nutrida esté la abeja, mejor será su respuesta a los patógenos. Por el contrario, la presencia de patógenos como *Nosema* sp o *Varroa destructor* junto a los virus, generan consecuencias fisiológicas en las abejas que llevan a una reducción del estatus nutricional.

Nosema sp. altera las células del intestino medio, impidiendo la incorporación de nutrientes, genera problemas digestivos y reduce la expectativa de vida de las abejas. Además, se demostró que *N. ceranae* suprime al sistema de defensa inmune de las abejas. Las abejas afectadas tienen una menor capacidad para coleccionar polen, se reduce el ingreso de proteína a la colonia, lo que lleva a una reducción en la expectativa de vida de las abejas y un aumento de la susceptibilidad a otros patógenos (Degrandi-Hoffman *et al.*, 2016).

Por su parte las crías parasitadas con *Varroa* generan abejas de menor tamaño, tienen menos hemolinfa y proteína circulantes (Schneider y Drescher, 1987; Garedew *et al.*, 2004). Este parásito se alimenta de su cuerpo graso, se ve alterada la homeostasis de la abeja y en consecuencia su respuesta inmune por ser el órgano donde se producen sustancias antimicrobianas específicas (Ramsey *et al.*, 2018).



Una buena nutrición fortalece el sistema inmune, que ejerce una defensa activa contra los patógenos y además provee mecanismos para defenderse de otros estresores como los agroquímicos, el estrés producido por el apicultor y sobrelleva mejor los periodos de escasez de alimento.

Nutrición y productividad

La colonia de abejas y las flores han evolucionado juntas, se necesitan mutuamente y para ser más eficientes **han desarrollado adaptaciones**.

Las abejas necesitan del néctar, polen y resinas que proveen las plantas para lo cual poseen estructuras especiales: **el aparato bucal de las abejas** está especialmente adaptado para la succión de un líquido azucarado (néctar) de determinada viscosidad. Otro ejemplo podemos encontrar en la función que cumple **el cuerpo piloso de la abeja** al que se adhieren los granos de polen, las antenas especializadas para “cepillar” el polen del cuerpo y las cestillas del tercer par de patas para su transporte a la colmena. Todas estas adaptaciones se ven a simple vista.

Sin embargo, hay otras tan importantes como éstas que no se ven a simple vista. Tal es el caso de **los mecanismos para la digestión del polen**, que se inicia en su ensilado en las celdas de la colonia, donde es fundamental el rol de las bacterias para su preservación y pre-digestión (Brodschneider y Crailsheim, 2010; Gilliam, 1997). El polen posee una doble capa protectora que lo hace sumamente resistente, sin embargo, en el intestino medio de la abeja y en particular de la nodriza, se dan las condiciones necesarias (pH, enzimas específicas) para aprovechar su contenido nutricional (Crailsheim, *et al.* 1992; Moritz y Crailsheim, 1987). De manera similar en el intestino posterior de la abeja se presenta un ambiente particular donde se desarrollan bacterias benéficas involucradas con la digestión de los alimentos, el sistema inmune (Khan *et al.*, 2020). Como podemos ver, **el sistema digestivo de la abeja está especialmente diseñado para la digestión y asimilación de la miel y el pan de polen** (Wright *et al.*, 2018) (Figura 3.24)

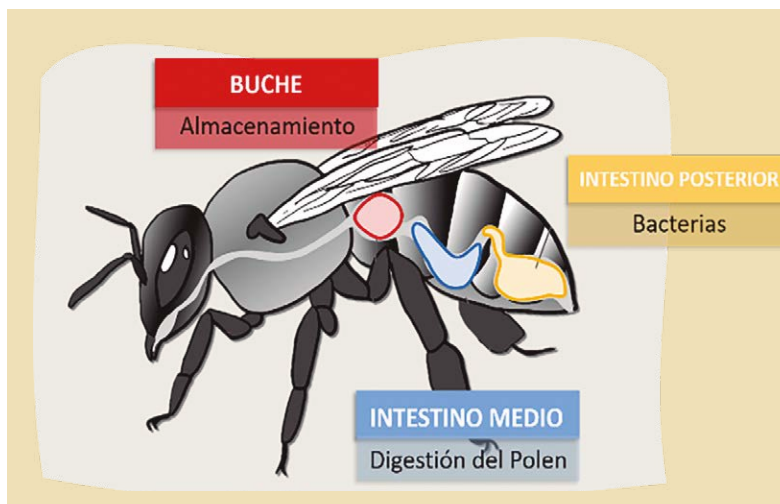


Figura 3.24
Esquema tracto digestivo de una abeja.

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, J. Moja y G. Rodríguez, 2020

Una abeja nodriza, que consume la mayor cantidad de pan de polen alrededor del día 5 de su emergencia como adulto, es altamente eficaz, ya que digiere aproximadamente el 75% del polen que ingiere (DeGrandi-Hoffman G. *et al.*, 2016; Schmidt y Buchmann, 1985), es altamente eficaz.

Cuando la colonia es suplementada con alimentos artificiales, a base de harinas de cereales, o legumbres, esta digestibilidad baja al 25% (DeGrandi-Hoffman, G. *et al.* 2016). Por otro lado, se ha detectado que en la miel existen ciertos fito-químicos que intervienen de manera indirecta en la respuesta inmune (Maoa, *et al.*, 2016; Bernklau *et al.*, 2019) y abejas alimentadas con diferentes alimentos energéticos repercute en el perfil químico de la jalea real (Virgiliou, *et al.*, 2019).

Por esto, es que **SE DEBE VALORAR EL APOORTE DEL ALIMENTO NATURAL A LA COLONIA DE ABEJAS** y tener presente que, **la incorporación de sustancias extrañas a la colonia (alimentos, antibióticos) altera el ambiente necesario para el desarrollo y mantenimiento de los microorganismos benéficos, no reemplazan a los alimentos naturales y podrían contaminar la miel.**

Es importante **CONOCER LA FLORA DE IMPORTANCIA APÍCOLA QUE RODEA AL APIARIO Y LA DISPONIBILIDAD DE NÉCTAR Y POLEN A LO LARGO DEL AÑO.**

La producción de néctar y polen depende de factores ambientales, de la flora circundante, de la edad de las flores e incluso del momento del día. Identificando el periodo de floración, su densidad y el tipo de aporte (nectaríferas, poliníferas, o ambos) se podrá construir una curva de floración pudiéndose estimar momentos de alta disponibilidad de recursos, de escaso o insuficiente aporte del ambiente para cubrir los requerimientos de la colonia a lo largo del año (Rodríguez *et al.*, 2008). Existen varias maneras de generar las curvas de floración y contamos con información del aporte de PC del polen de diferentes regiones del país (Figini y Barreto, 2017; Rodríguez y Crisanti, 2019).



Confrontadas la curva de floración con los requerimientos de la colonia a lo largo del año, serán detectados los momentos de déficit en el aporte natural, el apicultor deberá planificar una alimentación artificial energética y/o proteica y escoger entre las opciones, la que mejor se adecue a su sistema productivo.

LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL DE LAS COLONIAS DE ABEJAS



VIDEO

Los invitamos a ver el video "**Alimentación artificial de las abejas**", donde encontrarán un resumen de los alimentos, su preparación y utilización en colonias de abejas

Se puede acceder haciendo click en la imagen o escaneando el código QR.



Alimentación artificial energética

La alimentación energética artificial resulta necesaria para:

- » **El bloqueo de la cámara de cría** en el otoño como preparación para la invernada (Poffner *et al.*, 2017; Rodríguez y Crisanti, 2019).
- » **El sostén o mantenimiento de manera ocasional.** Para cubrir las necesidades indispensables en momentos en que el alimento es insuficiente para el adecuado mantenimiento y/o desarrollo de la colonia. Si se ha implementado un correcto manejo de las reservas no debiera ser una práctica habitual. Sólo se haría en casos excepcionales.
- » **La incentivación de la postura de la reina.** Tiene el propósito de estimular a la colonia para que la reina inicie la postura de manera anticipada al flujo natural de néctar. De esta manera se adelanta el desarrollo de la colonia.

¿Por qué se recomienda NO ALIMENTAR CON MIEL?

El motivo principal es el **RIESGO A LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES**. Es una recomendación que se difundió con mucha fuerza en la década del 90 como una de las medidas para reducir diseminación de "Loque americana", pero la miel también puede transportar esporos de "Cría yesificada" y *Nosema* sp. En el capítulo 4 (Buenas Prácticas de Alimentación en las Colmenas), se abordará este tema con mayor detalle.

¿Qué alimento energético se recomienda para cubrir los requerimientos de las abejas sin afectar su salud?

Los alimentos energéticos recomendados son:

- » Sacarosa o Azúcar Común
- » Jarabe de Maíz de Alta Fructosa (JMAF)

Sacarosa o azúcar común

El azúcar común es el sustituto más comúnmente utilizado para la alimentación energética de las colonias en forma de jarabe.

Se recomienda usar AZÚCAR COMÚN TIPO A. No es conveniente el uso de azúcar poco refinada, azúcar rubia o melaza, ya que pueden provocar trastornos digestivos o resultar tóxica para las abejas (Pouvreau, A. 1981).

> ¿De qué modo se usa la sacarosa?

No se recomienda el uso de azúcar en seco porque las piezas bucales de la abeja están adaptadas para la incorporación de alimento líquido. El azúcar suministrado en forma

de granos requiere que la abeja busque agua, disuelva los granos para ingerirlo. Si las condiciones para el vuelo no son adecuadas o no hay agua cerca será mayor el desgaste que el aporte.

LA SACAROSA EN FORMA DE JARABE es la opción recomendada y preferida por los apicultores. Luego de la ingestión del jarabe, las abejas desdoblan (invierten) enzimáticamente la sacarosa en fructosa y glucosa mediante la acción de la enzima invertasa producida por las glándulas hipofaríngeas. Lo depositan en las celdas, lo deshidratan y operculan.

El jarabe se prepara en la proporción de 2kg de azúcar por cada litro de agua (2:1) y contiene 66% de azúcar.

Las abejas tratan el jarabe de sacarosa de manera similar al néctar, depositándolo en las celdas.

Un jarabe más diluido requiere de un mayor esfuerzo y gasto energético para deshidratarlo y el exceso de humedad puede generar un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades o de hongos. **Sólo se recomienda el uso de jarabe más diluido en situaciones de alta temperatura y rápido consumo.**



OTRA FORMA DE UTILIZAR LA SACAROSA es para la preparación del **CANDI**, utilizando jarabe y azúcar impalpable; muy usado para alimentación de las reinas enjauladas

> ¿Cómo se prepara el jarabe de sacarosa?

Para preparar el jarabe primero se debe **calentar el agua por encima de los 70-80 grados, sin necesidad de llegar hasta el punto de hervor**. Luego de retirada del fuego, y mientras se revuelve, **se agrega el azúcar en forma de lluvia**. Nunca se debe agregar el agua al azúcar, ya que la disolución se hace mucho más lenta. **Agitar manualmente o con mezcladoras** si se requieren grandes volúmenes (Figura 3.25).

Se debe **evitar que el jarabe hierva** mientras se coloca el azúcar o con posterioridad, ya que se producirá la hidrólisis de los azúcares generando hifroximetilfurfural o HMF que es una sustancia tóxica para las abejas.

Párrafo aparte merece el uso del denominado **jarabe "invertido"**, o sea el jarabe en el que se procede al desdoblamiento de la sacarosa en fructosa y glucosa mediante el uso de enzimas o de calor en medio ácido. La única ventaja que presenta el jarabe de azúcar invertido es de presentar una recristalización más lenta (Frizzera *et al.*, 2020). Se ha demostrado que no existe ningún beneficio para la abeja en el hecho de desdoblar el jarabe de sacarosa. Por el contrario, se ha visto que **el producto resultante de la inversión es menos atractivo, de menor calidad nutritiva y puede resultar tóxico para las abejas, disminuyendo la longevidad y aumentando la mortalidad de las mismas, debido a la formación de HMF**. Las abejas que mueren por el consumo de azúcar invertido por medio de ácido y calor presentan disentería antes de morir (Bailey 1966; Frizzera *et al.*, 2020). La acidez de los alimentos puede interferir con la integridad del epitelio del tracto intestinal y alterar la abundancia y composición de la microbiota intestinal.

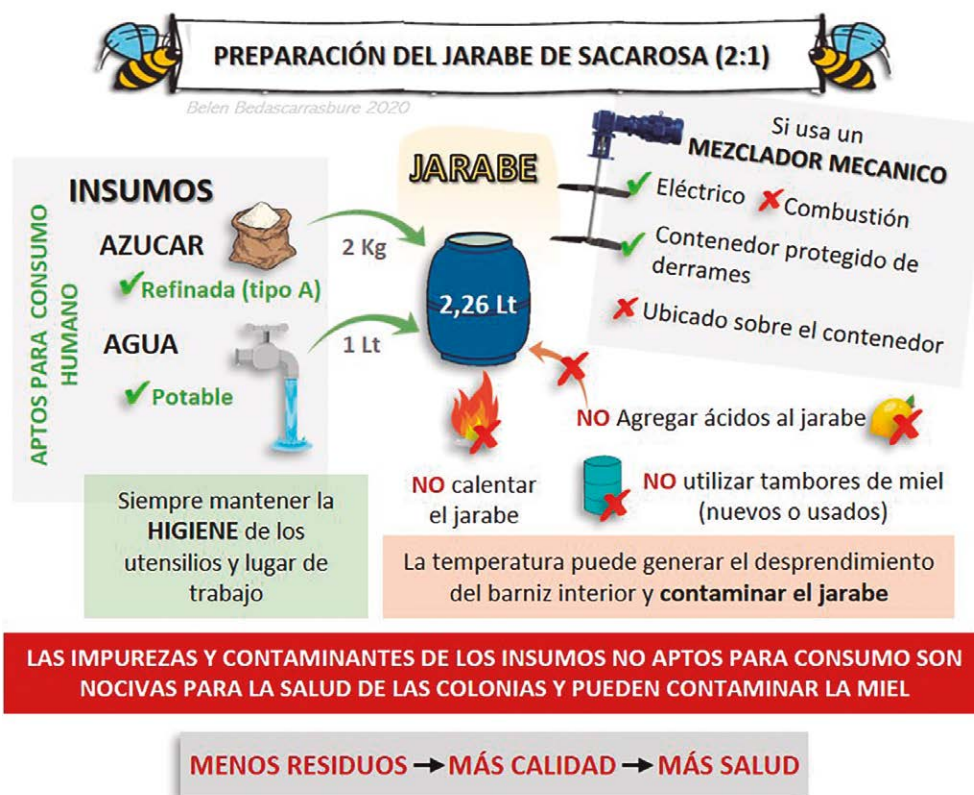


Figura 3.25
Preparación del jarabe de azúcar 2:1

Fuente: M. B. Bedascarrasbure,
2020

Un ejercicio práctico de preparación de jarabe

Si un productor desea alimentar 50 colmenas con 2 litros de jarabe de azúcar cada una, necesitará preparar 100 ltrs de solución azucarada al 66%.

Con 2 kilos de azúcar y 1 litro de agua se obtienen 2.26 litros de jarabe.

Entonces para 100 litros de jarabe de sacarosa 2:1 se necesitarán 90 kilos de azúcar y 45 litros de agua (aproximadamente).

Para calcular este valor dividimos el volumen de jarabe deseado por 2,26. Entonces, $100 \text{ ltrs} / 2,26 = 44,24$ litros de agua. Al ser la proporción 2:1, multiplicamos por 2 el valor de litros de agua y nos dará la cantidad de kg de azúcar, en este caso 88,49 kg).

Alimentación energética.
Apiario EEA INTA Ascasubi,
Buenos Aires.



Fuente: Graciela Rodríguez

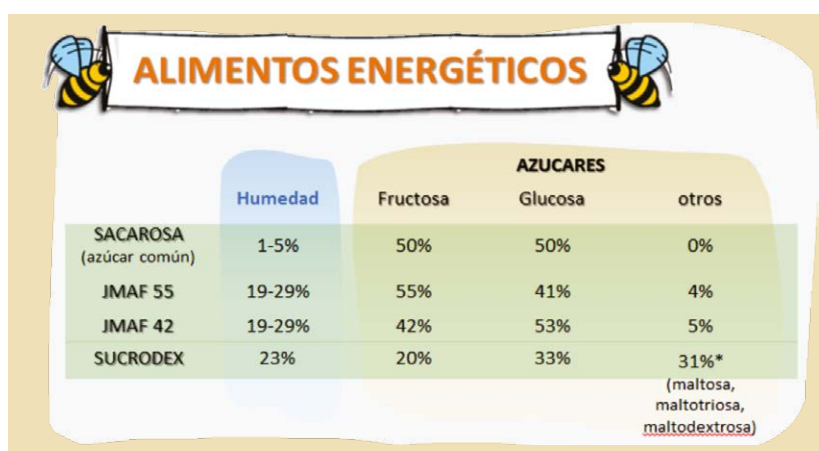
Jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF)

La hidrólisis (ruptura química) del almidón presente en las semillas de los cereales (maíz, arroz, trigo, etc.) genera tanto jarabes de glucosa como los denominados jarabes de alta fructosa. En la Argentina estos jarabes se producen a partir del maíz y en países asiáticos principalmente a partir del arroz.

Los **jarabes constituidos principalmente por glucosa** no resultan demasiado atractivos para las abejas y **no son adecuados para la alimentación invernal de las colonias** (Waller, 1972; Ewies y Ali, 1976).

Los **jarabes de maíz de alta fructosa (JMAF)** derivan de la ruptura química del almidón de maíz y, de acuerdo con el proceso de elaboración, poseen una composición azucarada variable. Así, la composición de sólidos del **JMAF42** es de 42% de fructosa, 53% de glucosa y 5% de otros azúcares/polisacáridos; su contenido acuoso puede ser variable. El **JMAF55**, por su parte, tiene la siguiente composición de sólidos: fructosa 55%, glucosa 41% y otros azúcares/polisacáridos 4%, su contenido acuoso también puede ser variable.

Existen empresas a nivel nacional que ofrecen una variada gama de posibilidades en cuanto a composición del JMAF (Figura 3.26), **debiéndose evitar composiciones con alto contenido de glucosa como así también de azúcares superiores, por ser éstos de más difícil digestión para las abejas y causales de residuos detectables en la miel.**



	Humedad	AZUCARES		
		Fructosa	Glucosa	otros
SACAROSA (azúcar común)	1-5%	50%	50%	0%
JMAF 55	19-29%	55%	41%	4%
JMAF 42	19-29%	42%	53%	5%
SUCRODEX	23%	20%	33%	31%* (maltosa, maltotriosa, maltodextrina)

Figura 3.26
Contenido de humedad y azúcares de alimentos energéticos utilizados en la alimentación de abejas

Fuente: J. Moja, 2020



En caso de utilizar jarabe de alta fructosa para alimentar a las colonias es muy importante prestar especial atención a la composición

La composición química y el **contenido de humedad** son parámetros a tener en cuenta al seleccionar qué producto conviene utilizar desde el punto de vista técnico y económico. Se debe evitar comprar agua. Use alimentos concentrados.

La presencia de azúcares superiores (maltosa, maltotriosa, malto dextrosa) en los alimentos para las abejas:

- » **dificulta el aprovechamiento de los nutrientes** y puede ser un riesgo para la salud de las mismas.
- » **son detectados como contaminantes en la miel.**



Los sustitutos de miel recomendados para la alimentación de las colmenas son el JMAF55 y el jarabe de sacarosa

Las **ventajas del JMAF55 con respecto al jarabe de sacarosa** pueden ser:

- » no necesita preparación
- » menor velocidad de fermentación
- » menor incitación al pillaje (probablemente por ser menos atractivo para las abejas al contener menor proporción de sacarosa).

Las **desventajas del JMAF con respecto al jarabe de sacarosa** son:

- » el JMAF solidifica con bajas temperaturas, lo que dificulta su distribución.
- » contiene azúcares superiores que dificultan la digestibilidad por parte de la abeja.
- » existen metodologías analíticas orientadas a la detección del fraude en las mieles, basadas en la detección de ciertos oligosacáridos presentes en estos jarabes o en la detección de las enzimas utilizadas para su fabricación.



IMPORTANTE PARA NO CONTAMINAR LA MIEL...

La alimentación con grandes cantidades de jarabe en otoño para el bloqueo de la cámara de cría suele ser mayormente consumida por las abejas y el riesgo de contaminar la miel sería mínimo

En determinados momentos del desarrollo primaveral, durante la expansión del nido de cría, la colonia puede trasladar las reservas almacenadas en la cámara de cría para dar espacio a la postura de la reina. En caso que hubiera un alza melaria, esta movilización podría hacerse hacia las celdas del alza superior. Por eso, se deben extremar los cuidados para evitar que esa reserva generada a partir de la alimentación artificial llegue posteriormente a la sala de extracción.

La alimentación con grandes cantidades de jarabe en la primavera y próximas al flujo de néctar, representan un riesgo, ya que las abejas almacenan el jarabe en las celdas y en caso de no utilizarlo podrían reubicarlo, y el apicultor podría extraerlo como miel.

Alimentación artificial proteica

Este tipo de alimentación (Figura 3.27) se puede utilizar con los siguientes objetivos:

- » Sostenimiento del desarrollo primaveral de la colonia cuando aún no hay suficiente oferta de polen.
- » Formación de las reservas corporales en el otoño como preparación para la invernada



Figura 3.27
Suplementos proteicos

Fuente: J. Moja

La utilización de suplementos proteicos y vitamínicos para las abejas tiene una larga historia. Esta práctica ya fue planteada por Haydak (1945), De Groot (1953) y Haydock (1956). El objetivo de la suplementación proteica estratégica es contribuir con proteínas

de alta calidad en períodos en los que la cantidad y/o la calidad del polen no es la adecuada para cubrir los requerimientos de una colonia activa.

Siempre se tuvo la certeza que durante la etapa con máxima floración dentro del año apícola, las abejas no necesitaban ningún complemento proteico por la disponibilidad y variabilidad de polen en el campo.



Sin embargo, el efecto del cambio climático, los monocultivos, el uso intensivo de agroquímicos, etc. pusieron en jaque esa disponibilidad y variabilidad en la mayoría de las zonas apícolas del país, planteándose el interrogante sobre el impacto que esto tendría sobre los rindes en la producción de miel.

Debemos entender que las abejas tienen requerimientos proteicos específicos, por ende, todo suplemento proteico a utilizar debe ser **DESARROLLADO EXCLUSIVAMENTE PARA CONSUMO DE ABEJAS** (Basualdo, 2015).

Los suplementos proteicos

El "**SUPLEMENTO PROTEICO**" aporta proteínas y aminoácidos. Es importante tener en cuenta el valor biológico de los alimentos, que es una medida de la absorción y síntesis en el cuerpo de la proteína procedente de la ingesta de alimento (Somerville, 2005).

El **VALOR BIOLÓGICO** es la fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo y esto representa la capacidad máxima de utilización de una proteína. Las de mayor calidad poseen mayor valor biológico.

Los suplementos proteicos diseñados por fabricantes autorizados y bajo protocolo de calidad deben tener en cuenta la **DIGESTIBILIDAD**, el aprovechamiento que la abeja hace de esa proteína, y el **APORTE DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES**.

En la elección de los suplementos, es importante considerar el **CONSUMO**, LA **PALATABILIDAD** Y EL **TAMAÑO DE PARTÍCULAS** (De Araujo Freitas, 2001; Pernal y Currie, 2002). No serviría de nada un suplemento excelente desde el punto de vista nutricional pero que la abeja no lo consuma.

También las abejas requieren de **ácidos grasos esenciales** tales como omegas 3 y omega 6, los cuales, deben ser incorporados en la alimentación para que lo puedan utilizar ya que no pueden sintetizarse a partir de otros ácidos grasos (Manning *et al.*, 2007). De la misma forma, las **vitaminas, minerales, cenizas**, etc. son compuestos que darán un gran aporte al metabolismo de la abeja y al desarrollo de la colonia en su conjunto.

Uno de los componentes de los suplementos proteicos es la **levadura de cerveza** en polvo (Spencer-Booth, 1960). En ocasiones es necesario adicionarle vitamina B, porque durante su procesamiento puede destruirse parte de este complejo vitamínico. Siempre se utiliza la levadura seca en polvo y micronizada.

Recientemente, también se descubrió que **LA ALIMENTACIÓN CON LEVADURA DE CERVEZA PODÍA GENERAR RESIDUOS EN LA MIEL**. La especie de levadura *Saccharomyces cerevisiae* produce naturalmente varias enzimas como las beta-gamma-amilasas. Como esas enzimas también se utilizan para la producción de jarabe de azúcar a partir de almidón, el hallazgo en la miel de estas enzimas se puede interpretar como adulteración con jarabe de azúcar (Tentamus, 2020).

Por su alto contenido proteico, históricamente se han utilizado **harinas de legumbres** (Nuñez *et al.*, 2017), por ejemplo, de soja (Pinto *et al.*, 2018), en la formulación de los suplementos de polen. Sin embargo, en tiempos recientes se demostró que **LA ALIMENTACIÓN DE SOJA CAUSABA REGULARMENTE HALLAZGOS POSITIVOS DE RESIDUOS DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS EN LA MIEL**.

Se pueden encontrar en el mercado diferentes suplementos de polen a base de harinas de origen vegetal. Algunos con harina de soja y otros con harinas de otras legumbres como es el caso de harinas de arvejas, garbanzos, etc. para no contaminar nuestras mieles con Organismos Genéticamente Modificados.

Por lo general, la mayoría de los suplementos proteicos comerciales vienen enriquecidos con aminoácidos esenciales. **El organismo de la abeja no puede sintetizar estos aminoácidos**, los que deben ser incorporados con la alimentación cuando el aporte natural no es suficiente (Wright *et al.*, 2018).

¿Cómo se ofrece a la colonia un suplemento proteico?

La **forma de Tortas** es el modo más eficaz de suministrar un suplemento de polen con alto contenido proteico (20% o + de PC) porque las abejas lo aprovechan mejor y desperdician menos.

Es conveniente recubrir las tortas con un papel encerado para evitar que se seque y no sean consumidas. Las tortas se preparan en porciones de 200/250 gr.; se aplanan en forma manual o mecánica y se colocan sobre los cuadros del nido de cría, repitiendo a los 10 días si fuese necesario y según el objetivo de suplementación. (Figura 3.28)



Figura 3.28
Torta, suplemento de polen



Los suplementos de polen deben colocarse lo más próximo posible al nido de cría, para un mejor aprovechamiento por parte de las nodrizas, dados sus altos requerimientos proteicos para alimentación y cuidado de las larvas

(Zaytoon *et al.*, 1988).

Otros suplementos en el mercado

Algunos de los productos disponibles en el mercado contienen en su formulación micronutrientes, vitaminas y aminoácidos libres que participan en las reacciones metabólicas, pero cuyo contenido de proteína cruda está muy por debajo de los requerimientos de la colonia. Además, cuando el objetivo es la producción de miel, podrían constituir un riesgo de contaminación involuntaria.

Se utilizan en situaciones particulares, por ejemplo, cuando el objetivo es la producción de material vivo, la multiplicación de colonias, o el desarrollo de núcleos o paquetes. Poseen catalizadores metabólicos y promueven la postura de la reina. Su eficacia depende de la disponibilidad de polen en el ambiente y que las colonias cuenten con reina nueva, una población equilibrada (cría, nodrizas y pecoreadoras) y estén libre de patógenos.

Se ofrecen en forma líquida y se suministran junto con el jarabe; el volumen debe ser acorde al tamaño de la colonia para que lo consuma rápidamente y evitar así que fermente, lo que provocaría trastornos digestivos para las abejas.



La incorrecta utilización de estos productos puede traer consecuencias adversas tales como recambio de reinas, enjambrazón o desequilibrios poblacionales, que nos lleven a la pérdida del potencial productivo.

EN SÍNTESIS, algunas recomendaciones para evitar la contaminación involuntaria de la miel (Figura 3.29).

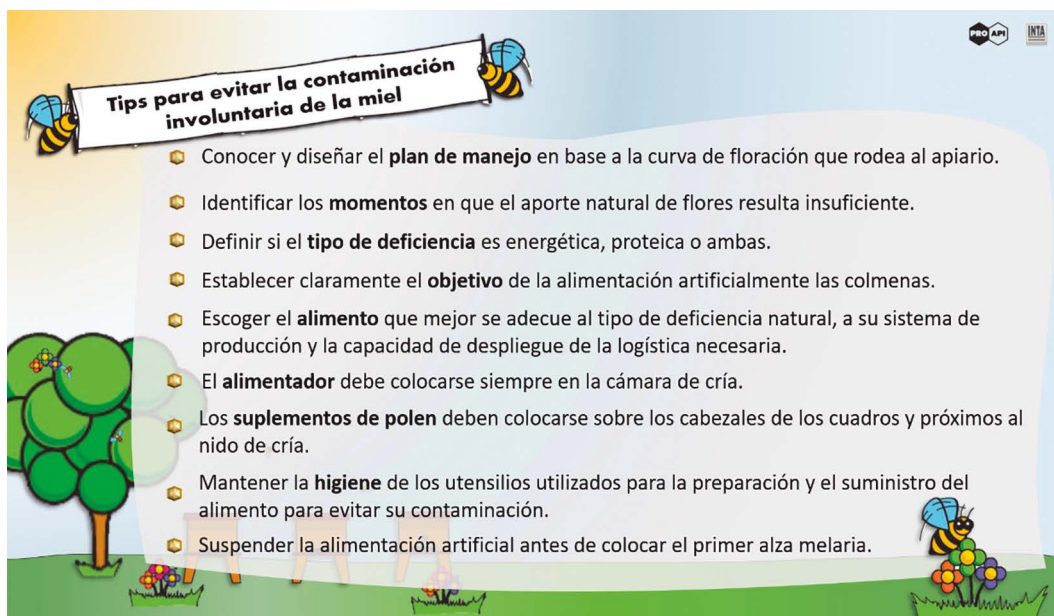


Figura 3.29

Algunas recomendaciones para evitar la contaminación involuntaria de la miel

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, J. Moja y G. Rodríguez, 2020

LA NECESIDAD DE IMPLEMETAR LA **ALIMENTACIÓN ESTRATÉGICA** COMO PARTE DEL SENDERO TECNOLÓGICO APLICADO EN EL MANEJO DEL APIARIO

En las últimas décadas, la intensificación de la actividad agropecuaria y la alteración de los ecosistemas naturales, modificaron el paisaje y redujeron la flora apícola en cantidad y calidad, situación que se acentúa por los efectos del cambio climático. A esto se suma el incremento en el uso de agroquímicos y la distribución mundial de patógenos y enemigos de las abejas, que tienen un efecto negativo en el sistema inmune y la supervivencia de las colonias. Es por esto, que la alimentación artificial es una práctica frecuente y necesaria en la apicultura moderna, para mantener las colonias saludables y productivas.

Por eso, los apicultores prestan mayor atención a la evolución de las floraciones en sus localidades, tratando de estimar picos y baches, a fin de cubrir los requerimientos y mantener sanas y productivas sus colonias.

La Planificación de la Alimentación Estratégica es una parte del sendero tecnológico aplicado, que incluye además el Plan Sanitario, los cambios de reinas, multiplicación, cosecha, etc.

La Alimentación Estratégica puede tener como objetivo preparar las colonias para afrontar el período invernal; evitar el estrés nutricional ante la inexistencia de recursos y ajustar el desarrollo de las mismas para un mejor aprovechamiento de las floraciones naturales, de acuerdo al objetivo de producción.



En ningún caso, la Alimentación Estratégica deberá aumentar el riesgo de contaminación de los productos de la colmena.

En el próximo capítulo se desarrollan las Buenas Prácticas a implementar en la alimentación de las colonias para preservar la calidad original de la miel.



BIBLIOGRAFIA

- Amdam, G., y S. Omholt:** The regulatory anatomy of honeybee lifespan. *J. Theor. Biol.* 216:209–228. 2002
- Amdam, G., K. Norberg, S. Omholt, P. Kryger, A. Lourenço, M. Bitondi y Z. Simões:** Higher vitellogenin concentrations in honey bee workers may be an adaptation to life in temperate climates. *Insect. Soc.* 52:316–319. 2005
- Arrese E. y J. Soulages:** Insect fat body: Energy, metabolism, and regulation. *Annu. Rev. Entomol.* 55:207–225. 2010
- Bailey L.:** The effect of acid - hydrolysed sucrose on honeybees. *J. Apic. Res.* 5:127-136. 1966
- Basualdo, M Y S. Barragan:** Abejas bien nutridas, producción exitosa. *Gaceta del Colmenar* 622, 10-11. ISSN 0325-7711. 2015
- Beekman, M., D. Sumpter, N. Seraphides y F. Ratnieks:** Comparing foraging behaviour of small and large honey-bee colonies by decoding waggle dances made by foragers. *Functional Ecology* 18 : 829–835. 2004
- Bernklau, E., L. Bjostad, A. Hogeboom, A. Carlisle y A. Seshadri:** Dietary Phytochemicals, Honey Bee Longevity and Pathogen Tolerance. *Insects.* 10. 14. 10.3390/insects10010014. 2019
- Black, J.:** Honeybee Nutrition. Review of research and practices. Rural Industries Research and Development Corporation of Australian Government (Ed). 67 págs. 2006
- Bolognesi, R., W. Terra y C. Ferreira:** Peritrophic membrane role in enhancing digestive efficiency: theoretical and experimental models. *J. Insect Physiol.* 54:1413-1422. 2008
- Brodschneider, R. y K. Crailsheim:** Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 41:278–94. 2010
- Camazine, S.:** Self-organizing pattern-formation on the combs of honey bee colonies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 28:61–76. 1991
- Crailsheim, K., L. Schneider, N. Hrassnigg, G. Bühlmann G. y U. Brosch:** Pollen consumption and utilization in worker honeybees: dependence on individual age and function. *J. Insect Physiol.* 38: 409–19. 1992.
- Crailsheim, K:** The protein balance of the honey bee worker. *Apidologie* 21:417-429. 1990
- De Araujo Freitas y C. Echazarreta:** Importancia de la granulometría en ingredientes para la alimentación de las abejas. Seminario Americano de Apicultura. Tepic, Nayarit, México: 54-58. 2001
- Degrandi-Hoffman, G., Y. Chen, R. Rivera, M. Carroll y M. Chambers:** Honey bee colonies provided with natural forage have lower pathogen loads and higher overwinter survival than those fed protein supplements. *Apidologie* 47:186–96. 2016
- Degrandi-Hoffman, G., S. Gagea, V. Corby-Harrisa, M. Carrolla, M. Chambersa, H. Grahama, M. Dejong, G. Hidalgo, S. Callea, F. Azzouz-Oldenb, C. Meadora y N. Ziolkowskia:** Connecting the nutrient composition of seasonal pollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J. Insect Physiol.* 109:114–124. 2018
- Degroot, A:** Protein and amino acid requirements of the honey bee (*Apis mellifera*). *Physiologia Comparata et d'Ecologia* 3: 197–285. 1953
- Di Cagno, R., Filannino, P, Cantatore, V., & Gobbetti, M:** Novel solid-state fermentation of bee-collected pollen emulating the natural fermentation process of bee bread. *Food microbiology*, 82, 218-230. 2019

- Döke, M., M. Frazier y C. Grozinger.** Overwintering honey bees: biology and management. *Curr. Opin. Insect Sci.* 10:185–193. 2015
- Dolezal, A. y A. Toth:** Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science* 26:114–119. 2018
- Erlandson, M., U. Toprak y D. Hegedus:** Role of the peritrophic matrix in insect-pathogen interactions. *J. Insect Physiol.* 117, 103894. [HTTPS://DOI.ORG/ 10.1016/J.JINSPHYS.2019.103894](https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103894). 2019
- Ewies M. Y M. Ali:** The consumption and preference of honey substitutes by the honey bee, *Apis mellifera* L. *Bull. Fac. of Agric., Cairo Univ.* 27:237-251. 1976
- Figini E. Y J. Barreto:** Apicultura: cadena de floración. <https://inta.gob.ar/documentos/apicultura-cadena-de-floracion>. 2017
- Free, J.:** The floral constancy of honeybees. *J. Anim. Ecol.* 32:119–32. 1963
- Frizzera, D., S. Del Fabbro y G. Ortis:** Possible side effects of sugar supplementary nutrition on honey bee health. *Apidologie* 51:594–608. 2020
- García Girou, N. L.:** Fundamentos de la producción apícola moderna. Ed. Bahía Blanca. 187 págs. 2003
- Garedew, A., E. Schmolz E I. Lamprecht.:** The energy and nutritional demand of the parasitic life of the mite *Varroa destructor* Assegid. *Apidologie* 35:419–430. 2004
- Gilliam, M.:** Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. *FEMS Microbiol. Lett.* 155:1–10. 1997
- Goodman, L.:** “Feeding: Using the mouthparts” en L. Goodman, & M. P. Cooter R.J. (Ed.), *Form and function in the honey bee* (págs. 100-105). Cardiff, UK: International Bee Research Association. 2003
- Gruter, C. y F. Ratnieks:** Flower constancy in insect pollinators—adaptive foraging behavior or cognitive limitation? *Commun. Integr. Biol.* 4:633–36. 2011
- Haydak, M.:** Value of Pollen Substitutes for brood rearing of honey bees. *J. Econ. Entomol.*, 38: 484-487. 1945
- Haydak, M.:** Honey Bee Nutrition. Department of Entomology, Fisheries & wildlife, University of Minnesota, St, Paul, Minnesota. 1956
- Haydak, M.:** Honey bee nutrition. *Annu. Rev. Entomol.* 15:143–56. 1970
- Hendriksma, H. y S. Shafir S.:** Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 70:509–17. 2016
- Hepburn, H.:** Absconding, migration and swarming in honeybees: an ecological and evolutionary perspective. En: *Life Cycles in Social Insects: Behaviour, Ecology and Evolution* (V.E. Kipyatkov, ed.), pp. 121–135. St. Petersburg University Press, St. Petersburg. 2006
- Herbert, E., Shimanuki, H y Caron, D.:** Optimum protein levels required by honey bees (Hymenoptera, Apidae) to initiate and maintain brood rearing(1,2) . *Apidologie*, 8 (2), 141-14. 1977
- Herbert, E. Jr.:** Honey Bee Nutrition. En: *The Hive and the Honey Bee*. Dadant & Sons (Ed.), Illinois. p. 197-233. 1992
- Herbert, E. Jr., y Hill, D.:** Honey Bee Nutrition. En J. Graham, & H. I. Dadant & Sons (Ed.), *The Hive and the Honey Bee*. (págs. 833-879). 2015
- Keller, I., Fluri, P., & Imdorf, A.:** Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee world*, 86(1), 3-10. 2005
- Khan, K., A. Al-Ghamdid, H: Ghramha, M. Ansarid, H. Alif, S. Alamric, S. Al- Kahtanih, S. N. Adgabad y M. Qasimi:** Structural diversity and functional variability of gut microbial communities associated with honey bees. *Microbial Pathogenesis* 138:103793. 2020
- Kleinschmidt, G.:** The Parameters of Protein in Bee Biology. En: *Report of the Honey Research Council Workshop. Review of Nutrition Work in Queensland and New South Wales*. Australia. p. 7-12. 1990

- Kleinschmidt, G.:** Strategic Planning and Action Meeting for Honeybee Nutrition. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. 1998
- Kleinschmidt, G., y A. Kondos:** The influence of crude protein levels on colony production. The Australasian Beekeeper 78: 36-39. 1976
- Kunc, M., P. Dobeš, J. Hurychová, L. Vojtek, S. Poiani, J. Danihlík y P. Hyršl:** The year of the honey bee (*Apis mellifera* L.) with respect to its physiology and immunity: a search for biochemical markers of longevity. Insects 10:244. 2019
- Larsen, A., F. Reynaldi y E. Guzmán-Novoa:** Fundaments of the honey bee (*Apis mellifera*) immune system. Review. Rev. Mex. Cienc. Pec. 10:705-728. 2019
- Mattila, H., G. Otis:** Dwindling pollen resources trigger the transition to broodless populations of long lived honeybees each autumn. Ecol. Entomol. 32:496-505. 2007
- Mcnelly, L., S. Schneider:** Seasonal cycles of growth, development, and movement of the African honey bee, *Apis mellifera*. 1992
- Manning, R.:** Fatty acids in pollen: a review of their importance for honey bees, Bee World, 82:60-75. 2001
- Manning, R., A. Rutkay, L. Eaton y B. Dell:** Lipid enhanced pollen and lipid reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.). Australian Journal of Entomology, 46: 251-257. 2007
- Maoa, W., M. Schulerb y M. Berenbauma:** Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. 2013. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 110:8842-8846. 2016
- Merke, J.:** Dinámica poblacional de *Varroa destructor* y *Apis mellifera* L. como herramienta para la selección de abejas tolerantes. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Mar del Plata. 141pp. 2016
- Moritz, B. y K. Crailsheim K.:** Physiology of protein digestion in the midgut of the honeybee (*Apis mellifera* L.). J. Insect Physiol. 33:923-31. 1987
- Morton, K.:** The food of the worker bees in different ages. Yaikoot Hamichveret. 4 (Bee world abstracta 158/51), 1950 (citado por Haydak, 1970)
- Moskovlevi- Filipovic, V.:** The development of the pharyngeal glands of the honey bee in a normal bee colony. Bull. Acad. Sci. IV, Sci. Natur, N°2, 157-262, 1952.(citado por Haydak, 1970)
- Nicolson, S., R. Thornburg:** Nectar chemistry. En: Nectar and Nectaries, (S. Nicolson, M. Nepi y E. Pacini, Eds.). Dordrecht, Neth.: Springer. 2007
- Núñez-Torres, O., R. Almeida-Secaira, M. Rosero-Penaherrera y E. Lozada-Salcedo:** Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. J. Selva Andina Anim. Sci. 4:95-103. 2017
- Nürnberg, F., S. Härtel E I. Steffan-Dewenter:** The influence of temperature and photoperiod on the timing of brood onset in hibernating honey bee colonies. Peer J. 6:4801. 2018
- Ostwald, M., M. Smith y T. Seeley:** The behavioral regulation of thirst, water collection and water storage in honey bee colonies. J. Exp. Biol. 219:2156-65. 2016
- Palacio, M.:** Alimentación Natural, En: CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN NUTRICION APÍCOLA 2009. PÁG. 1-6. INTA – PROAPI. 2009
- Palacio, M., E. Rodríguez, L. Goncalves, E. Bedascarrasbure y M. Spivak:** Hygienic behaviors of honey bees in response to brood experimentally pin-killed or infected with *Ascosphaera apis*. Apidologie 41:602-612. 2010
- Pernal, S. y R. Currie:** Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. Animal Behaviour 63:369-390. 2002
- Pinto, M., B. Veleirinho, V. Gonçalves, M. Maraschin, P. Albuquerque, V. Campos, R. Cunha y F. Leite:** Use of protein diets as a supplement for Africanized bees *Apis mellifera*. Science and Animal Health 6:86-99. 2018

- Podriznik, B. y J. Bozic:** Maturation and stratification of antibacterial activity and total phenolic content of bee bread in honey comb cells. *J. Apic. Res.* 54:81–92. 2016
- Poffner, D., E. Figini y L. Frigoli:** Invernada o preparación para la invernada. <https://inta.gob.ar/documentos/invernada-o-preparacion-para-la-invernada>. 2017
- Pouvreau, A.:** L'alimentation de l'abeille domestique. 1) L'alimentation glucidique. *Bul. Tech. Apic.* 8:175–186. 1981
- Ramsey, A., R. Ochoab, G. Bauchanc, C. Gulbronsond, J. Moweryc, A. Cohene, D. Lima, J. Joklika, J. Cicerof, J. Ellisf, D. Hawthornea y D. Vanengelsdorp:** Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1818371116. 2018
- Rodriguez, G., M. Basualdo y M. Palacio:** Nutrición: requerimiento proteico de las abejas. *SADA. Gaceta del Colmenar.* 604:20–21. 2008
- Rodríguez, G., L. Barrionuevo, M. Basualdo, L. Gurini, S. García Paoloni y E. Schmidt:** Estudio preliminar de la calidad y cantidad de polen que ingresa a las colmenas en el Valle Bonaerense del Río Colorado. XI Congreso Latinoamericano de Apicultura 2014 FILAPI. 2014
- Rodriguez, G. y P. Crisanti:** Producción Apícola en sur de la Pcia. De Buenos Aires. Recomendaciones de manejo. BIRF TF 015041 AR. 54pp. 2019
- Roubik, D. y S. Buchmann:** Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. *Oecologia* 61:1–10. 1984
- Russo RM, Liendo MC, Landi L, Pietronave H, Merke J, Fain H, Muntaabski I, Palacio MA, Rodríguez GA, Lanzavecchia SB and Scannapieco AC.:** Grooming Behavior in Naturally Varroa-Resistant *Apis mellifera* Colonies From North-Central Argentina. *Front. Ecol. Evol.* 8:590281. doi: 10.3389/fevo.2020.590281. 2020
- Schmidt, J. y S. Buchmann:** Pollen digestion and nitrogen utilization by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Comp. Biochem. Physiol. A. Physiol.* 82:499–503. 1985
- Schneider, P. y W. Drescher:** The influence of *Varroa jacobsoni* Oud. on weight; development on weight and hypopharyngeal glands; and longevity of *Apis mellifera* L., *Apidologie* 18, 101–110. 1987
- Schmickl, T. y K. Crailsheim:** Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. *Apidologie* 35:249–263. 2004
- Simone-Finstrom, M. y M. Spivak:** Increased resin collection after parasite challenge: a case of self-medication in honey bees? *PLOS ONE* 7:e34601. 2012
- Somerville, D.:** Fat bees, Skynni bees - a manual on honey bee nutrition for beekeepers. 2005
- Spencer-Booth, Y.:** Feeding pollen, pollen substitutes and pollen supplements to honeybees. *Bee World* 41:253–263. 1960
- Somerville, D.:** Lipid content of honey bee-collected pollen from south-east Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture – Aust. J. Exp. Agr.* 45. 10.1071/EA03190. 2005
- Tentamus:** Bee feeding as root cause for honey failing adulteration testing. Disponible en: <https://www.tentamus.com/qs-de/wp-content/uploads/sites/11/2018/01/Newsletter-Bee-Feeding-09.2017.pdf>. 2020
- Vanderplanck, M., R. Moerman, P. Rasmont, G. Lognay y B. Wathélet:** How does pollen chemistry impact development and feeding behaviour of polylectic bees? *PLOS ONE* 9:e86209. 2014
- Villette, C., A. Berna, V. Compagnon y H. Schaller:** Plant sterol diversity in pollen from angiosperms. *Lipids* 50:749–60. 2015
- Virgiliou, C., C. Kanelis, A. Pina, H. Gika, C. Tananaki, A. Zotou y G. Theodoridis.:** A targeted approach for studying the effect of sugar bee feeding on the metabolic profile of Royal Jelly. *Journal of Chromatography* 1616:460783. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460783>. 2019
- Waller, G.D.:** Evaluating Responses of Honey Bees to Sugar Solutions Using an Artificial-Flower Feeder. *Annals of the Entomological Society of America*, Volume 65, Issue 4, Pages 857–862, <https://doi.org/10.1093/aesa/65.4.857>. 1972

Wright, G., S. Nicolson, S. y S. Shafir: Nutritional Physiology and Ecology of Honey Bees. Annu. Rev. Entomol. 63:327–44. 2018

Zilio, L. y G. Rodríguez: Calidad nutricional en colonias de Apis mellifera. CURSO DE ACTUALIZACIÓN EN NUTRICION APÍCOLA INTA-PROAPI. 2009

Zaytoon, A., M. Matsuka Y M. Sasaki, M.: Feeding Efficiency of Pollen Substitutes in a Honeybee Colony: Effect of Feeding Site on Royal and Queen Production. Appl. Ent. Zool. 23:481–487. 1998



cap. 4

BUENAS PRÁCTICAS EN ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL DE LAS COLONIAS

Gustavo Cabrera, Emilio Figini, Alfonso Lorenzo, Joaquín Moja y Norberto García

INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior nos concentramos en conocer los requerimientos nutricionales de las abejas, las fuentes de alimentos tanto naturales como artificiales, y vimos el fundamento de muchas de las prácticas y su efecto sobre las colonias. En este cuarto capítulo nos concentraremos en cómo alimentar y cuándo podemos utilizar uno u otro producto, relacionándolo fundamentalmente con el manejo y la época del año.

Con el fin de evitar los problemas de calidad de la miel originados en la alimentación artificial de las colonias, y basados en los conceptos del capítulo anterior, enumeraremos a continuación **una serie de buenas prácticas de alimentación artificial para lograr una adecuada nutrición de las colonias, y a la vez evitar la contaminación de la miel con los productos utilizados.**

LA ALIMENTACIÓN ES UNA COMPONENTE DEL SENDERO TECNOLÓGICO

El **SENDERO TECNOLÓGICO** consiste en la aplicación de todas las herramientas probadas y disponibles para lograr determinado **objetivo de producción** en un **ambiente específico**.

El **AJUSTE DEL SENDERO** requiere de una clara visualización de la **cadena de valor** y consecuentes requerimientos de los clientes, de una precisa lectura del ambiente donde se ubica el apiario (sobre todo de las curvas de floración) y la validación de las herramientas tecnológicas que vamos a utilizar (genética, productos sanitarios, suplementos, etc.).

El **SENDERO TECNOLÓGICO** es un concepto dinámico en permanente movimiento respondiendo a los **cambios en el mercado**, en el **ambiente** y las **tecnologías disponibles**; allí radica la expresión concreta del “modo colectivo de innovar” donde convergen la ciencia y la experiencia para optimizar el resultado de nuestra empresa (Figura 4.1) .

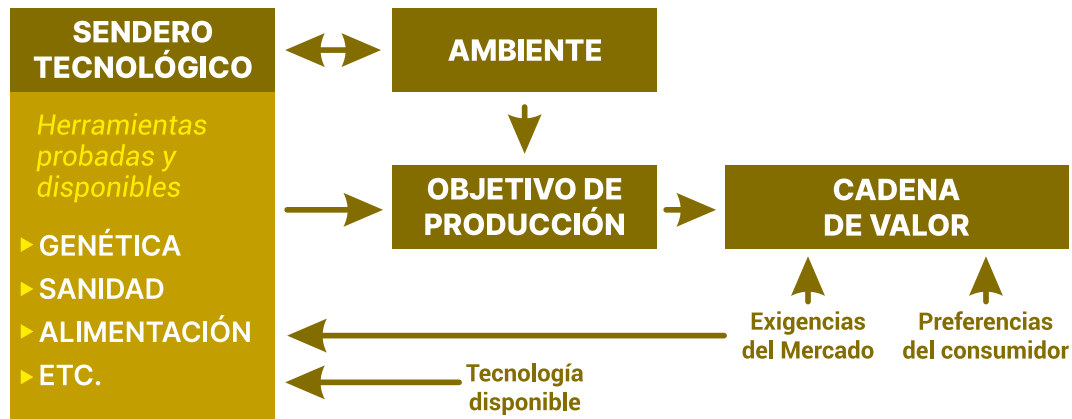


Figura 4.1

La alimentación artificial es una componente del sendero tecnológico a aplicar

Fuente: E. Bedascarrasbure, 2020

Es fundamental tener en cuenta que la alimentación artificial, como cualquier práctica dentro de la producción apícola, forma parte del sendero tecnológico aplicado y no puede considerarse como una práctica aislada o improvisada.

Es decir, cada apicultor debe armar y poner en marcha un plan de alimentación anual, donde lo primero será analizar cada zona (apiario), conocer los aportes de néctar y polen, las eventuales deficiencias, y la relación con las condiciones meteorológicas promedio.

Para consolidar la posición de la miel argentina de calidad en el mercado internacional debemos ajustar y registrar permanentemente las prácticas de manejo desde el apiario hasta la llegada del producto al consumidor.

Las Buenas Prácticas Apícolas de Alimentación Artificial de las colonias son una de las herramientas para asegurar la calidad de la miel y evitar problemas en la comercialización.

¿QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS Y CÓMO SE APLICAN?

Las Buenas Prácticas son todas las acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos, físicos y químicos en la producción, orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social de los procesos productivos, que apuntan no sólo a asegurar la calidad e inocuidad, sino también al agregado de valor. Recordemos que las Buenas Prácticas son parte del Código Alimentario Argentino (2020) (*).

(*) El Código Alimentario Argentino (CAA) es el reglamento técnico en permanente actualización que establece las normas higiénico-sanitarias, bromatológicas, de calidad y genuinidad que deben cumplir las personas físicas o jurídicas, los establecimientos y los productos que caen en su órbita. Su objetivo primordial es la protección de la salud de la población y la buena fe en las transacciones comerciales.



Los apicultores somos los principales responsables de la obtención de una miel pura y sin contaminantes, por lo tanto, debemos estar siempre adecuadamente entrenados y capacitados para llevar a cabo nuestra tarea.



VIDEO:

Los invitamos a ver el video **"Experiencias en alimentación de colmenas"**, en el que apicultores y técnicos cuentan sus experiencias en este tema.

Se puede acceder haciendo click en la imagen o escaneando el código QR.



La base de la alimentación de las abejas debe ser la miel y el polen producidos y almacenados en la propia colmena

Sin embargo, cuando resulte necesario recurrir a la alimentación artificial se deberá considerar la fortaleza de las colonias, la época del año y las condiciones de la flora de la región.

Es indispensable que siempre se tomen las precauciones necesarias para evitar que durante la alimentación de las abejas se desencadene o propicie el pillaje.



ALGUNOS CONCEPTOS ACORDADOS EN EL MÓDULO ANTERIOR

Los **SUSTITUTOS ENERGÉTICOS** más utilizados son **EL AZÚCAR Y EL JARABE DE MAÍZ**

SE RECOMIENDA EL USO DE AZÚCAR COMÚN TIPO "A". Otros productos, conocidos como "azúcar de barrido" o "azúcar rubia" no tienen una composición conocida y estandarizada o pueden resultar nocivos para las abejas.

Ser muy cuidadoso con el **PRODUCTO UTILIZADO, EL MOMENTO Y LAS DOSIS**, para evitar que la miel se contamine con azúcares foráneos

NUNCA se debe alimentar con **MIEL EXTERNA A LA COLMENA**, ya que puede transmitir enfermedades de la cría.

¿CUÁNDO SE USA LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL ENERGÉTICA?

Las prácticas de alimentación no pueden ser un elemento que modifique o altere la calidad de nuestra miel. (Figura 4.2)



Figura 4.2
La Alimentación Artificial y las Buenas Prácticas

Fuente: M. B. Bedascarrasbure, N. García, G. Cabrera y A. Lorenzo, 2020

LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL es el suministro de sustitutos de la miel y/o suplementos de polen a las colonias. Esta práctica de manejo puede utilizarse con dos objetivos diferentes:

- » **Para sostén:** Se utiliza para la preparación de la invernada y para cubrir necesidades indispensables en momentos en que el alimento es insuficiente para el adecuado mantenimiento y/o desarrollo de la colonia.
- » **Para estimulación:** Se utiliza cuando el aporte natural es aún escaso, de manera de crear condiciones nutricionales favorables para el desarrollo temprano de la colonia.

Sobre la alimentación energética para sostén

A continuación, se detallan algunas recomendaciones para implementar la alimentación energética de sostén:

Sobre los alimentos a utilizar

- » Siempre se deben utilizar productos de composición conocida y estandarizada, lo que nos permitirá conocer exactamente los compuestos químicos presentes y el contenido de humedad. Con esa información podremos comparar y definir la conveniencia técnica y económica del uso de uno u otro alimento.
- » En los tiempos que corren, resulta altamente recomendable siempre guardar muestras de los alimentos utilizados en nuestras colmenas. Ante la eventual aparición de alguna sustancia foránea en nuestra miel, podremos rastrear mejor su origen, cuantificar el problema, y prevenirlo a futuro.
- » Como se mencionó en el capítulo anterior, los sustitutos energéticos más aconsejables son el azúcar de caña y el JMAF 55.
- » Si se usa jarabe de maíz, siempre es aconsejable usar JMAF55, que es un producto bien hidrolizado, o sea con bajo contenido de dextrinas o azúcares superiores.
- » El azúcar de caña se recomienda generalmente utilizarlo en la forma jarabe concentrado (66 % de azúcar) y ser común tipo A (utilizado para alimentación humana). El agua utilizada para su preparación debe ser siempre potable.
- » El azúcar de caña suministrado en forma seca o de candi resulta sólo recomendable para alimentación de emergencia, para la alimentación de abejas en viaje, o en todo momento que se desee evitar el hambre de las colonias, sin incentivar la postura de la reina.

- » En general, no se recomienda el uso de azúcar en secos porque las piezas bucales de la abeja están adaptadas para la incorporación de alimento líquido. El azúcar suministrado en forma de granos requiere que la abeja busque agua y disuelva los granos para ingerirlo. Si las condiciones para el vuelo no son adecuadas o no hay agua cerca será mayor el desgaste que el aporte.



Recuerde:

Siempre verifique la información de sus marbetes (figura 4.3)

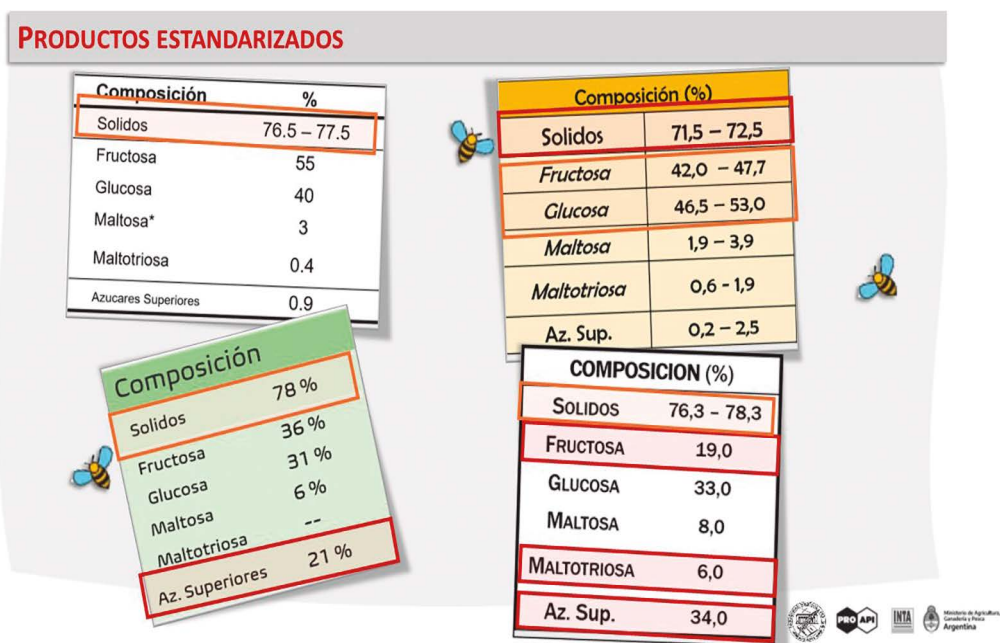


Figura 4.3

Marbetes de productos que se utilizan en la alimentación energética de las abejas

Fuente: M. B. Bedascarrasbure y J. Moja, 2020



NO SE RECOMIENDA EL USO DE

Miel ajena a la colmena: por el fuerte pillaje que puede provocar su distribución y por el peligro de transmisión de enfermedades como Loque americana, Cría yesificada y Nosemosis.

Miel vieja o sobrecalentada: es considerada un alimento de valor nutritivo reducido, pudiendo producir consecuencias negativas para la colonia de abejas por su alto contenido de hidroximetilfurfural (HMF).

Miel fermentada: dado que los productos derivados de la fermentación pueden resultar tóxicos para las abejas.

Mieles oscuras y mieles de mielato: presentan un contenido de minerales más elevado que las mieles claras. La acumulación de estos minerales en el tracto digestivo de las abejas puede resultar nociva durante la invernada, si no se realizan frecuentes vuelos de evacuación de las heces. Esta toxicidad por exceso de minerales en la dieta provoca diarreas.

Azúcar rubia: si bien figura en el código alimentario, no es un producto estándar y puede generar trastornos en las colonias. Si se considera el escaso margen de precio que normalmente existente entre el azúcar rubia y el azúcar común tipo A, no se justifica el uso de la primera.

Caramelos (fabricados por el apicultor o residuos de la industria): son productos de composición muy variable de acuerdo a su producción. No es un producto estándar y puede tener un contenido de HMF elevado. Puede también contener alta concentración de azúcares superiores cuando se lo prepara con ciertos jarabes de maíz. Necesita ser solubilizado por las abejas (lo que implica un costo energético) y puede generar residuos contaminantes de la miel.

Jarabes de azúcar invertido: pueden tener altos niveles de HMF o residuos de enzimas, según haya sido el método utilizado para la inversión de la sacarosa en fructosa y glucosa. No se aconseja el uso de vinagre ni ningún ácido en la preparación del jarabe.

Jarabes con hidrólisis de almidón incompleta: algunos jarabes de maíz tienen un alto contenido de trisacáridos y de azúcares superiores que no sólo son de difícil digestión para la abeja, sino que también son fácilmente detectados en la miel con los métodos analíticos disponibles en la actualidad.

Productos dulces de calidad inferior: pueden ocasionar tanto un daño para la salud de la abeja como la aparición de algún residuo indeseable en la miel.

Agua proveniente de fuentes desconocidas para la preparación de jarabes: Puede generar daños graves, incluso muerte de abejas, y contaminar la miel.

Sobre los momentos...

Durante el receso productivo:

- » La elección del sistema de invernada está muy relacionado al mayor o menor uso de la herramienta de alimentación artificial para cubrir los requerimientos del receso productivo. Debe hacerse un análisis de las características florales y climáticas de la zona previo a la elección del sistema de invernada (Figura 4.4). En términos generales, se puede afirmar que existen ciertas circunstancias donde es bueno invernar con un alza melaria como reserva energética. Por ejemplo cuando hay dificultad para el acceso a los apiarios, largas distancias a recorrer, disponibilidad de recursos en momentos críticos o en aquellas regiones (o apiarios) donde normalmente existen buenas condiciones primaverales en relación al clima y a la flora apícola, la invernada con alza con reservas de miel o su al desarrollo temprano de la colonia. Sin embargo, en gran parte de la región pampeana y en otras zonas de la Argentina, las condiciones primaverales de clima y floración no siempre son las mejores, en cuyo caso, la invernada en cámara de cría presenta más ventajas en cuanto al consumo de alimentos y el manejo del desarrollo poblacional de la colonia.

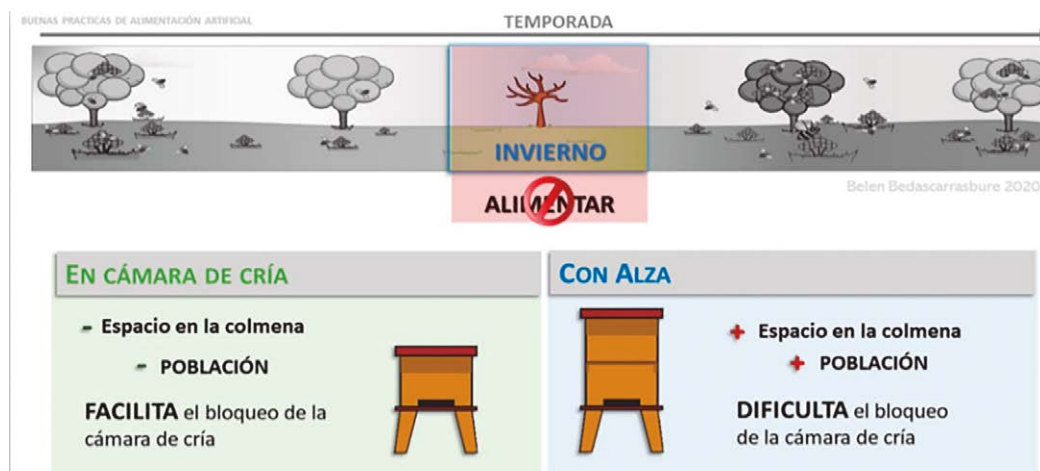


Figura 4.4
Elección del mejor sistema de invernada

Fuente: M. B. Bedascarrasbure
y N. García, 2020

- » Si se elige invernar las colmenas en cámara de cría, una vez finalizada la temporada de cosecha de miel, resulta aconsejable bajar la colonia a cámara de cría y suministrar el alimento energético para bloquear la postura de la reina. De esta manera, se disminuye el espacio disponible para la cría y se ayuda a que las abejas acumulen reservas energéticas para el invierno y también proteína corporal que asegure su longevidad (Figura 4.5).

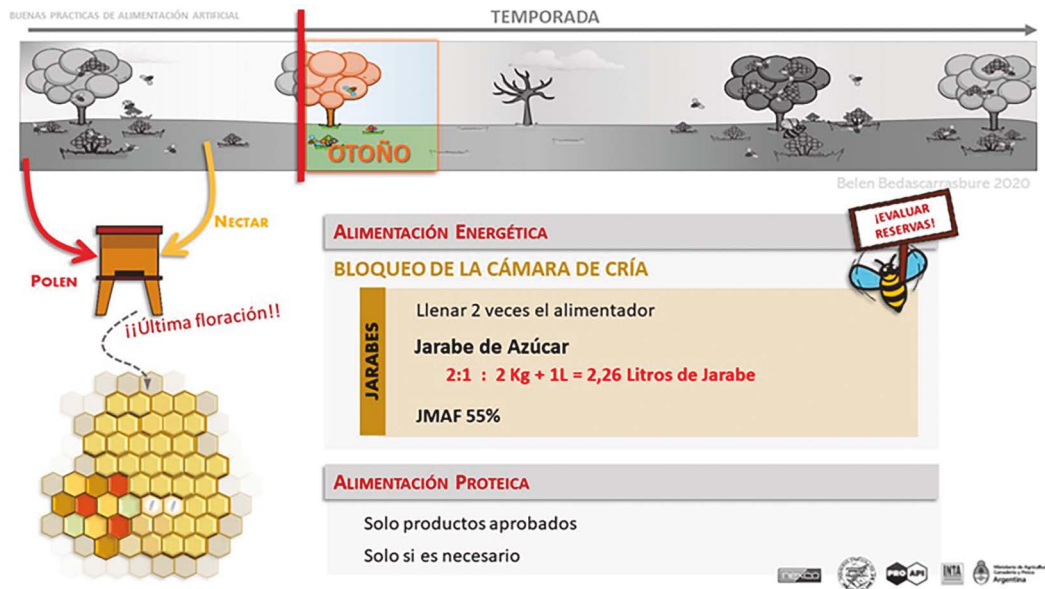


Figura 4.5

Estrategias para el bloqueo de la cámara de cría

Fuente: M. B. Bedascarrasbure
y N. García, 2020

- » Distribuir jarabes concentrados. La distribución otoñal de jarabes con alto contenido de agua, que incentivan innecesariamente la postura de la reina, no se aconseja.
- » Es aconsejable alimentar cuando todavía el clima es templado para permitir que las abejas procesen el jarabe y lo transformen en reservas, pero no tan temprano como para incentivar la postura de la reina.
- » El alimento azucarado destinado al consumo otoño-invernal debe ser lo suficientemente concentrado como para evitar que la abeja gaste energía en eliminar humedad. También debe ser no cristalizado y altamente asimilable, para reducir la acumulación de desechos en la ampolla rectal de la abeja durante el invierno.
- » Si es posible, suministrar de una sola vez (o dos) todo el jarabe que se considera necesario para la invernada. Si se suministra el jarabe en pequeñas dosis se estimula la postura de la reina.
- » En otoños templados y en ausencia de ingreso natural de néctar, puede haber un consumo de miel mayor al previsto, por lo que recomendamos revisiones periódicas para verificar el estado de las reservas energéticas de cada colmena. Esta medida de manejo es particularmente importante en climas templado-fríos (Figura 4.6).

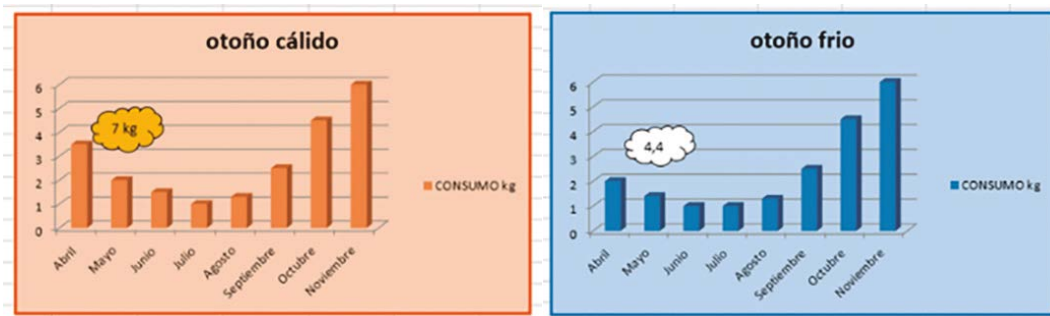


Figura 4.6

Estimaciones de consumo otoñal teniendo en cuenta si el otoño es cálido o frío

Fuente: INTA-PROAPI



EVITEMOS COSECHAS TARDÍAS:

Cosechar a tiempo ayuda a que las colonias entren a la invernada en mejor estado. No hay mejor incentivo primaveral que un buen bloqueo otoñal con el alimento adecuado.

Durante el invierno:

- » **No es aconsejable alimentar las colonias en invierno.** Sin embargo, si por alguna razón se debiesen alimentar las colonias durante esta estación, el alimentador se colocará lo más próximo posible a la bola invernal para facilitar el consumo y se suministrará un alimento con bajo contenido acuoso dado que el exceso de humedad en la colmena es nocivo en esta época.

Llegando a la primavera:

- » Al inicio de la primavera, se recomienda suministrar jarabe de sacarosa al 66% para recomponer las reservas que se van agotando (Figura 4.7).
- » En este momento, nunca se debe suministrar un volumen de jarabe desproporcionadamente grande en relación al tamaño de la colonia de abejas. El jarabe no retirado del alimentador luego de algunos días fermenta, se desperdicia, y puede generar sustancias que naturalmente no se encuentran en la miel.



Figura 4.7

Alimentando al inicio de la temporada productiva

Fuente: Anselmo Martz

- » Se debe evitar la alimentación artificial de las colonias cuando ya se colocó el alza melaria porque se corre riesgo de que las abejas trasladen allí el alimento suministrado, lo depositen en los panales y se contamine la miel.
- » Se deben ir reduciendo las cantidades de alimentos artificiales suministradas por colmena a medida que se acerca el inicio del flujo de néctar para evitar la contaminación de la miel. En este momento, se deben revisar las colmenas más frecuentemente para controlar el nivel de reservas. De ser necesario alimentar, no deben suministrarse cantidades mayores a las que la colonia pueda consumir en una semana.
- » Se debe asegurar que las abejas consuman la **totalidad** del alimento artificial para evitar posteriores problemas de calidad en la miel.
- » No alimentar las colonias cuando se sospeche un ingreso inminente de néctar.
- » Si se alimentan las colonias durante un ingreso natural de néctar, el producto cosechado no podrá llamarse "miel" por no cumplir con la definición del estándar.
- » **Nunca se deben suministrar alimentos artificiales en baches de floración** durante la temporada de recolección. Esos baches deberán ser previstos dejando reservas de miel en las colmenas.

Efecto de la alimentación de sostén

- » Las colonias alimentadas temprano en el otoño, aún en ausencia de entrada natural de néctar, presentan un mejor desarrollo primaveral. Se considera que la mejor incentivación primaveral es una adecuada y abundante alimentación otoñal.
- » No existen diferencias en cuanto a la invernada y posterior desarrollo primaveral de las colonias si se deja abundante miel o si se la cosecha y sustituye en cantidades equivalentes por un sustituto apropiado como lo es el jarabe de sacarosa.
- » Se ha demostrado que la distribución de jarabes de sacarosa, además de suministrar azúcar y agua a las colonias, aumenta la recolección natural de polen. Esto resulta importante para el desarrollo primaveral de la cría como así también para aumentar la eficiencia polinizadora de las colmenas.



La alimentación artificial es una práctica aceptada y valiosa, pero que mal implementada, pone en riesgo la calidad de la miel producida.

Sobre la alimentación energética para la estimulación o incentivo

LA ESTIMULACIÓN es la alimentación artificial de las colonias antes del flujo principal de néctar con el propósito de incentivar la postura de la reina y así aprovechar mejor una floración que se avecina.

La decisión de estimular las colonias, estará de acuerdo al objetivo de producción. Es pensable la estimulación de nuestras colonias si queremos:

- » **Mejorar la producción de material vivo.**
- » **Asegurar una alta población de pecoreadoras al comienzo del flujo de néctar** cuando no es posible lograrla con la floración natural.

Una época del año en la que podría utilizarse la estimulación podría ser al final del receso productivo, adelantando el comienzo de la temporada, y con el objetivo de aprovechar íntegramente picos cortos de floración. Así, por ejemplo, una colonia ubicada en el pedemonte tucumano que naturalmente comenzaría a desarrollar hacia mediados o fines de agosto. En este caso, la máxima población de pecoreadoras se alcanzaría a principios o mediados de octubre (dados los cuarenta y dos días requeridos desde la postura del huevo hasta el inicio de las actividades de pecoreo de la abeja adulta), cuando el pico de floración ya ha pasado. Si se iniciara la estimulación de la postura de

la reina durante los primeros días de julio, la colonia estaría con una alta población de pecoreadoras a principios de septiembre, momento de plena floración, incrementando así las posibilidades de producción de miel o de material vivo.

Para que la estimulación cumpla su función y no se transforme en una acción contraproducente como veremos a continuación, **sólo debe implementarse si se dan ciertos requisitos fundamentales:**

- » **Buen conocimiento de las fechas de floración y de las condiciones climáticas** normalmente reinantes de la región.
- » **Disponibilidad de suficientes reservas energéticas en la cámara de cría.** En caso de no contar con suficientes reservas, será necesario alimentar con jarabe de sostén para generar esas reservas previo al inicio de la estimulación.
- » Al finalizar el período de estimulación artificial, se deberá producir una entrada natural de néctar.



SIN CONOCER LA FECHA DE FLORACIÓN, ES MEJOR NO COMENZAR A ESTIMULAR LAS COLONIAS

Es necesario comenzar con la estimulación un mes y medio antes del inicio del flujo de néctar.

- » Por su cercanía al comienzo del ingreso de néctar, la herramienta de estimulación debe ajustarse al máximo para **evitar contaminar la miel.**
- » Requiere de un buen conocimiento previo de las fechas de floración y de las condiciones climáticas normalmente reinantes de la región para lograr los resultados esperados. Sin un acabado conocimiento de la fecha de inicio de la floración, es mejor no comenzar la estimulación de las colonias.
- » Sólo debe implementarse si se dispone de suficientes reservas energéticas en la cámara de cría. En caso de no contar con suficientes reservas, será necesario alimentar con jarabe de sostén para generar esas reservas previo al inicio de la estimulación.
- » **Nunca interrumpir un plan de incentivación artificial.** Si el plan se interrumpe, se provocará un estrés nutricional, quedando las colonias en peores condiciones que al inicio de la alimentación ya que habrá más población y los requerimientos serán más altos.

- » Es necesario **comenzar con la estimulación un mes y medio antes del inicio del flujo de néctar**. Al finalizar el período de estimulación artificial, debemos contar con una entrada natural de néctar.
- » Se recomienda usar un litro de jarabe concentrado al 66% de sacarosa y, en caso necesario, una torta de suplemento de polen en forma semanal a cada colmena. Para lograr un efecto estimulante de la postura, más que la concentración del jarabe, importa la frecuencia y el volumen con que el jarabe se suministra: a mayor frecuencia mayor estímulo de la postura. Normalmente, la estimulación de las colonias, si resulta necesaria, se realiza mediante la distribución a cada colmena de un litro de jarabe en forma semanal.



Por su cercanía a momentos de ingreso de néctar, ese tipo de alimentación de estimulación es la que más riesgos conlleva de contaminar la miel con sustancias foráneas. Por eso, la implementación de esta práctica debe ajustarse extremadamente bien para evitar contaminar la miel.

RECOMENDACIONES SOBRE LA ALIMENTACIÓN CON SUPLEMENTOS DE POLEN

- » Las tortas o "paties" son la forma más aconsejable de suministro de suplementos de polen (Figura 4.8).
- » Siempre utilizar **productos aprobados y de formulación perfectamente conocida**.



Figura 4.8

Torta proteica en núcleos en desarrollo

Fuente: Anselmo Martz

- » Para definir qué producto utilizar, se debe analizar la composición que figura en los marbetes.
- » A una colonia bien desarrollada, se recomienda la entrega de una torta de unos 250 g por semana, colocada sobre los cabezales de los cuadros de cría y cubierta por papel encerado.
- » **Los suplementos de polen que contengan levadura de cerveza sólo deben usarse al inicio de la primavera** (o en caso necesario en otoño). Debemos ser muy cuidadosos con su uso a medida que se acerca un posible ingreso de néctar dado que residuos en la miel derivados de la alimentación con levaduras pueden ser interpretados como adulteración.
- » El eventual uso de suplementos de polen durante la primavera se debe hacer antes de la colocación de las alzas, y alejado en el tiempo a un posible ingreso de néctar.
- » **Siempre asegurarse que el producto no contenga productos de organismos genéticamente modificados** (por ejemplo, harina de soja OGM) **ni alérgenos** (proteína de leche).
- » **Evitar el uso de los suplementos de polen en forma líquida junto con jarabes de azúcar.** Se debe recordar que son las pecoreadoras, y no las nodrizas, las que retiran el jarabe de los alimentadores y luego lo acopian en áreas destinadas al almacenamiento de miel. Por otro lado, estos suplementos mezclados con jarabe de azúcar hacen a la mezcla muy propensa a la fermentación y por ende a la generación de productos que naturalmente no se debiesen encontrar en la miel.



LOS PRODUCTOS QUE DEBEMOS EVITAR

- ✓ Los alimentos con contenido elevado de minerales (tanto de macro como de micronutrientes), dado que pueden resultar tóxicos para las abejas.
- ✓ Los concentrados vitamínicos y minerales desarrollados para otras especies animales.
- ✓ Las harinas de legumbres de variedades modificadas genéticamente.
- ✓ La leche en polvo o sustitutos lácteos, dado que pueden dejar residuos de caseína (alérgeno) en la miel.



NO SE RECOMIENDA SUMINISTRAR SUPLEMENTOS DE POLEN EN:

- ✓ **Otoño:** con una demanda decreciente de polen por disminución del área de cría, condiciones ambientales relativamente estables y buena población de pecoreadoras no es frecuente la deficiencia de polen en esta estación. Sólo en años de sequía muy prolongada, en zonas netamente dedicadas a la agricultura, o cuando el último polen recolectado sea de mala calidad, puede resultar recomendable el uso de suplementos de polen durante el otoño. Al respecto, debe tenerse siempre presente que un producto cuya eficacia haya sido probada en primavera, no necesariamente exhiba el mismo resultado en otoño.
- ✓ **Invierno:** carece de sentido el suministro en esta época dada la reducción o inexistencia de cría. En esta época, las necesidades proteicas de la colonia se cubren principalmente a partir de las reservas corporales de las abejas.
- ✓ **Verano:** Si bien el pecoreo en monocultivos de especies con polen de bajo valor nutritivo (por ejemplo, girasol y eucaliptus), o condiciones ambientales muy desfavorables, pueden producir déficits de polen en la colmena durante el verano, no se recomienda el uso de suplementos de polen hasta finalizada la recolección de miel.

FINALIZANDO: algunos conceptos a tener en cuenta

La alimentación artificial de las colonias es una práctica en la producción apícola incorporada al sendero tecnológico de miel de calidad. Su uso estratégico contribuye a mejorar la vitalidad de las abejas, lograr mejores poblaciones de abejas durante los picos de floración y de esta manera lograr multiplicaciones tempranas y mejores rendimientos.

Tan importante como los aspectos técnicos del plan de alimentación resulta la planificación del mismo. La disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros en tiempo y forma asegurarán que el plan se traduzca en los resultados productivos esperados.

Sin embargo, nunca se debe olvidar que el uso inadecuado de la alimentación artificial puede poner en riesgo la calidad de la miel por la posible aparición de residuos. En la actualidad, esta situación está potenciada por la implementación a nivel internacional de nuevos métodos de análisis cada vez más complejos y sensibles como parte de la lucha contra el fraude. Siempre hay que asegurarse que no aparezcan en la miel sustancias diferentes a las que provienen de la transformación del néctar por las abejas, usando productos probados y aprobados para evitar cualquier tipo de problemas posteriores.

Recuerde que su plan de alimentación artificial tiene que adaptarse a la curva de floraciones y a su plan de manejo. La alimentación artificial no es una técnica que pueda siempre ajustarse a un calendario con fechas fijas (Figura 4.9).

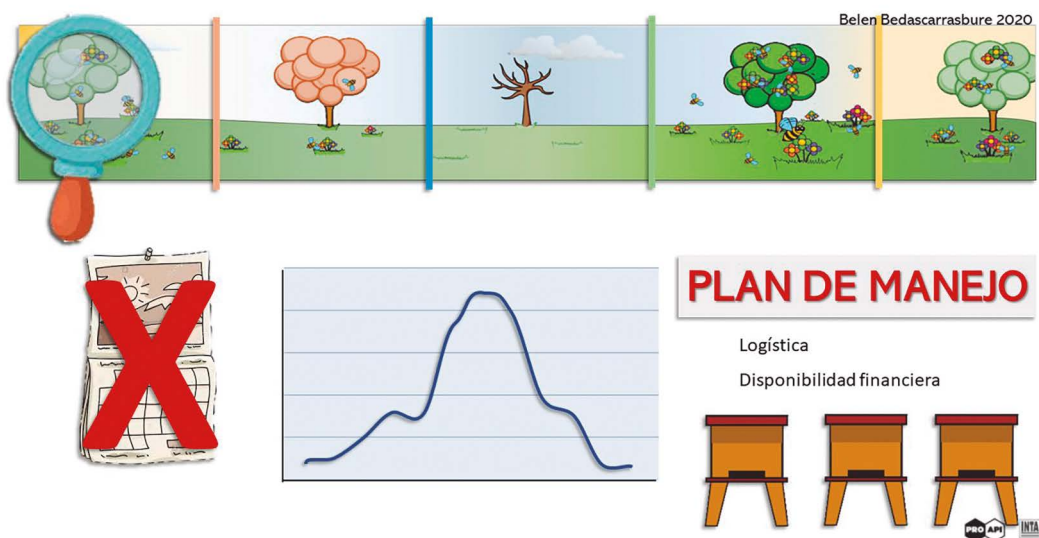


Figura 4.9

La alimentación artificial tiene que adaptarse a la curva de floraciones y al plan de manejo del apicultor. La alimentación artificial no es una técnica que pueda ajustarse a un calendario con fechas fijas.

Fuente:
M. B. Bedascarrasbure
y G. Cabrera, 2020



El uso inadecuado de la alimentación artificial puede poner en riesgo la calidad de la miel por la posible aparición de residuos.



BIBLIOGRAFÍA

Barreto, J. y E. Figini, 2015. Preparándose para una nueva temporada. Disponible en: <http://inta.gob.ar/node/57223>.

Basualdo, M. y S. Barragan, 2015. Abejas bien nutridas, producción exitosa. Gaceta del Colmenar 622, 10-11. ISSN 0325-7711.

Bailey, L., 1966. The effect of acid - hydrolysed sucrose on honeybees. J. Apic. Res. 5:127-136.

Bedascarrasbure, E., N. Pensel y C. Marconi, 1998. Pliego de condiciones para la certificación de miel tipificada obtenida con buenas prácticas de manejo y manufactura. Protocolo INTA N° 11.

Bocquet, M., 1994. Le Nourrissement. O.P.I.D.A. (Ed.), Echaufour.

Código Alimentario Argentino, 2020. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>

Dini, C. y E. Bedascarrasbure, 2011. Manual de apicultura para ambientes subtropicales: una propuesta de la Red de Escuelas del Noroeste Argentino - - 1a. ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Edicions INTA.

Frigoli, L. y D. Poffer, 2013. Informe técnico INTA Cuenca del Salado. "Alimentación estratégica en primavera" Edición INTA PROAPI.

Frizzera, D., S. Del Fabbro y G. Ortis, 2020. Possible side effects of sugar supplementary nutrition on honey bee health. Apidologie 51:594-608.

García, N., 2002. Fundamentos de la Producción Apícola Moderna. 187 páginas.

INTA PROAPI, 2006. Material Curso de Posgrado Nutrición y Alimentación de la Abeja melífera, FCA UNMDP PROAPI, 60 páginas.

Ministerio De Agricultura, Ganadería Y Pesca, 2014. Guía de Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura. Ediciones MAGyP.

Palacio, M., 2009. Alimentación Natural. En: Curso De Actualización en Nutrición Apícola 2009. INTA - PROAPI.

Poffer, D., E. Figini y L. Frigoli, 2017. Invernada o preparación para la invernada. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/invernada-o-preparacion-para-la-invernada>.

Poffer, D. y N. Unger, 2009. Manual de Buenas Prácticas Apícolas para la Cuenca del Salado, Ediciones INTA.

Pouvreau, A., 1981. L'alimentation de l'abeille domestique. 1) L'alimentation glucidique. Bul. Tech. Apic. 8:175-186.

Rodriguez, G., N. Bulacio Cagnolo y J. Barreto, 2017. Preparación de las colmenas para la invernada. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/preparacion-de-las-colmenas-para-la-invernada>

Rodriguez, G. y P. Crisanti, 2019. Producción apícola en el sur de la provincia de Buenos Aires. Recomendaciones de manejo. INTA EEA HILARIO ASCASUBI PROAPI.

Tentamus, 2020. Bee feeding as root cause for honey failing adulteration testing. Disponible en: <https://www.tentamus.com/qs-de/wp-content/uploads/sites/11/2018/01/Newsletter-Bee-Feeding-09.2017.pdf>.

White, J. y L. Doner, 1980. Honey composition and properties. En: Beekeeping in the United States. USDA Agric. Handbook No. 335, p. 82-91.

Zaytoon, A., M. Matsuka y M. Sasaki, M., 1988. Feeding Efficiency of Pollen Substitutes in a Honeybee Colony: Effect of Feeding Site on Royal and Queen Production. Appl. Ent. Zool. 23:481-48

cap. 5

GESTIÓN DE LA CALIDAD: UNA OPORTUNIDAD PARA LA APICULTURA ARGENTINA

Enrique Bedascarrasbure, Javier Nascel y Cecilia Lanusse

INTRODUCCIÓN

Después de identificar el problema, de conocer conceptos básicos de nutrición y alimentación de abejas, de proponer ajustar las Buenas Prácticas en Alimentación de Abejas, en este capítulo se pone en valor el Sistema de Gestión Voluntaria de la Calidad, el Sistema de Trazabilidad argentino y las auditorías de los compradores como herramientas que permiten prevenir potenciales problemas y dar a la apicultura argentina una ventaja competitiva que permita transformar eventuales problemas en oportunidades.

GESTIÓN VOLUNTARIA DE LA CALIDAD

Los apicultores organizados hacen la calidad de la miel



VIDEO

Los invitamos a ver el video **"Miel argentina de calidad: cadena de valor inteligente"**: El recorrido de la miel argentina desde la góndola de los mercados más exigentes del mundo. Las abejas y los apicultores son los garantes de la calidad.

Se puede acceder haciendo click en la imagen o escaneando el código QR.



A partir del Sistema Voluntario de Gestión de la Calidad con Organismo Gestor desarrollado en el Protocolo INTA N°11 (Bedascarrasbure *et al.*, 1998) se sentaron las bases para avanzar en una cadena de valor de miel de calidad, con trazabilidad desde el apiario gestionada por los propios apicultores organizados y comprometidos con la calidad. El sistema se sustentó en la articulación entre el PROAPI y CAMBIO RURAL, con la conformación de más de 400 grupos de asistencia técnica (Bedascarrasbure *et al.*, 2010b) y la formación de cientos de Técnicos Territoriales/Extensionistas primero con cursos de grado y post grado, luego con las Tecnicaturas Universitarias y actualmente con la Licenciatura Virtual en Apicultura para el Desarrollo.

Salas de Extracción Comunitarias: Puntos focales de la gestión de la calidad

Las **salas de extracción comunitarias habilitadas** a partir de la Resolución SENASA 870/06 jugaron un rol fundamental en esta construcción colectiva, ya que las salas se transformaron en los puntos focales no solo del proceso de gestión de la calidad sino además en la consolidación de la cadena de valor con trazabilidad que actualmente garantiza la calidad de la miel argentina (Bedascarrasbure y Caporgno, 2010c). Actualmente existen 970 salas de extracción habilitadas y fue necesario capacitar a los operarios en función de las nuevas exigencias del sistema (Figura 5.1).



Figura 5.1

La sala de extracción es un punto focal del sistema de trazabilidad y juegan un importante rol en el proceso de organización de los apicultores

Fuente: COSAR S.A.

Auditorías y registros de campo: garantías de la calidad de la miel

En el sistema de gestión de la calidad, el registro de las actividades desde el apiario hasta la sala de extracción, y la aceptación de auditorías voluntarias a cargo de la red de técnicos, juegan un rol fundamental dentro del Organismo Gestor de la Calidad, operado por las organizaciones de apicultores (Grupos de Asistencia Técnica, Cooperativas y Clusters). Lo anterior no sólo sirve para garantizar la calidad de la miel obtenida, sino que además permitió mejorar los resultados técnicos y económicos de los apicultores involucrados (Grosilino, 2005 in Bedascarrasbure *et. al.*, 2016; Bedascarrasbure *et. al.*, 2010 a)

A lo largo de muchos años de trabajo se logró naturalizar la implementación de los registros de campo, registros de sala de extracción e informes de auditorías; gestionados por los propios apicultores organizados a partir del Organismo Gestor de la Calidad. (Figura 5.2)



Figura 5.2

Los registros de campo son fundamentales en el proceso de trazabilidad

Fuente: Andrea Aignasse

La Red de Unidades Demostrativas Apícolas (UDA): senderos tecnológicos adaptados en acción

La lógica de la “calidad que se hace” prevista en el Protocolo INTA N°11, posteriormente actualizado a las condiciones de cada territorio en los Protocolos Derivados como por ejemplo el Manual de Prácticas Apícolas para producir miel de calidad en la Cuenca del Salado (2013); trajo como consecuencia que la adecuación de los senderos tecnológicos a partir de la articulación de los apicultores organizados con sus técnicos y los investigadores del PROAPI, se sustentara sobre dicho concepto. Actualmente, la información generada en cada uno de los territorios se materializa en las Unidades Demostrativas Apícolas y la información generada se encuentra disponible on line y en tiempo real en el Visualizador de la Red de Unidades Demostrativas (<https://www.redlac-af.org/visualizaadorudas>).

Construyendo la “cultura de la calidad” en el sector apícola

El proceso que llevó a la implementación de la Gestión de la Calidad fue ampliamente participativo, sustentado en conceptos muy claros y sostenido a lo largo de más de 20 años por miles de apicultores, aún sin una ventaja en el valor del producto. Este proceso trajo como consecuencia la construcción de una verdadera “cultura de la calidad” en una importante porción del sector apícola. Esta cultura, reflejada en la Visión Estratégica del Sector Apícola Argentino, resulta un sustrato adecuado para continuar apostando a hacer la calidad en el sendero virtuoso previsto en el presente curso (Bedascarrasbure et.al., 2016).

TRAZABILIDAD: EL SISTEMA OFICIAL Y OBLIGATORIO QUE GARANTIZA LA PROCEDENCIA DE LA MIEL

La Figura 5.3 muestra gráficamente el proceso de trazabilidad desde el apiario a través de los registros de campo, de la sala de extracción y el SITA.

La trazabilidad en la cadena de miel argentina de calidad

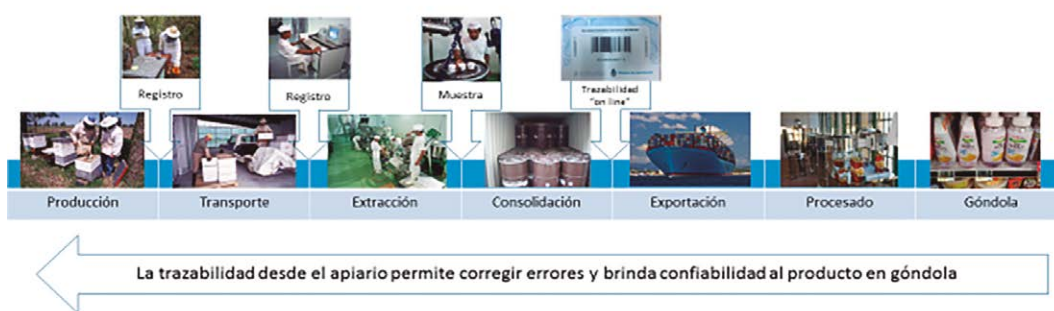


Figura 5.3

La trazabilidad desde el apiario a la góndola

Fuente: E. Bedascarrasbure, 2020

Trazar el recorrido desde la góndola hasta el apiario, identificar la causa de algún desvío y corregir errores; garantiza el proceso y brinda confianza a lo largo de toda la cadena de valor.

APIMONDIA recomienda que la miel pueda ser rastreada hasta el apicultor, hasta la fuente floral botánica de la que las abejas recogieron el néctar, y hasta la ubicación geográfica del apiario. La trazabilidad también debe incluir la transparencia de las prácticas del apicultor.

El productor apícola es el primer eslabón de cualquier cadena comercial de la miel y constituye un primer paso esencial en un sistema de garantía de calidad y pureza.

La vulnerabilidad al fraude en la miel aumenta con la complejidad de la cadena de suministro. Es por ello que la trazabilidad de la miel resulta de gran importancia para transparentar el proceso.

Si bien no hay antecedentes sobre problemas de inocuidad debido a la adulteración de la miel, el fraude alimentario con mucha frecuencia significa la pérdida de trazabilidad de un producto, y cuando se pierde la trazabilidad hay una ventana abierta para ataques intencionales a la salud pública.

Argentina dispone de un sistema de trazabilidad: El sistema informático de trazabilidad apícola (SITA) desarrollado por SENASA. Este sistema se comenzó a implementar a mediados del año 2018.

Antes del lanzamiento del SITA, el SENASA publicó la resolución de los tambores E5 en el boletín oficial 2 de enero 2018.

Los fabricantes y re acondicionadores de envases empezaron a certificar calidad del proceso de fabricación y reacondicionado, con la inclusión de la etiqueta de SENASA que tiene un código de barras y un número que se repite 3 veces en cada margen de la etiqueta.

Se solicitó además, a los actores de la cadena apícola que obtengan una clave fiscal ya que al sistema se accede por la página de la AFIP con Cuit y clave fiscal.

Este sistema permite trazar la miel desde el apiario hasta la exportación y cumplir los requisitos de acreditación de la sanidad de las colonias, genuinidad, pureza y ausencia de residuos y contaminantes para la emisión de la certificación sanitaria.

Este sistema ha sido diseñado para ser autogestionado por productores apícolas, operadores de salas de extracción de miel, exportadores, etc. y es el resultado del trabajo de un equipo del SENASA responsables de su desarrollo, implementación y la capacitación de los distintos actores de la cadena. El mismo ha sido asimilado y muy bien aceptado por el sector apícola en su conjunto.

Paralelamente se realizó e implementó el Sistema de Certificación de Exportaciones Apícolas (SIGCER Apícolas), vinculado al SITA que permite generar el proceso completo de certificación apícola, informatizando desde la solicitud de exportación (SAE), la verificación de planta y puerto y la emisión del certificado definitivo.

Actualmente, el sistema está funcionando en su plenitud. Le da transparencia a toda la cadena de exportación, posibilita la apertura de nuevos mercados, permite responder a exigencias de los actuales mercados de exportación y genera la posibilidad de saber qué salas extraen, qué cantidad de tambores, de qué apiarios.

De esta manera, el SENASA contribuye a la transparencia y agrega valor a la cadena apícola, un valor agregado que nos hace únicos en el comercio internacional, y nos permite responder ante una auditoría extranjera, herramienta indispensable a la hora de abrir y mantener mercados como UE y EEUU.

AUDITORÍAS: EL SISTEMA PRIVADO Y VOLUNTARIO QUE GARANTIZA LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y EL CUMPLIMIENTO DE ACUERDOS COMERCIALES

Junto con el sistema de trazabilidad reglamentado por las autoridades, las auditorías y los análisis de laboratorio desde el sistema privado garantizan la calidad del producto genuinamente producido y el cumplimiento de los acuerdos comerciales internacionales.

Acuerdos y requisitos

Los acuerdos sanitarios interbloques y/o bilaterales entre países, son, hoy en día, **condición necesaria pero no suficiente** para acceder a los distintos mercados (sin ellos no se puede acceder a los mismos), dado que el cumplimiento de los mismos no alcanza para cubrir todos los sistemas de aseguramiento de trazabilidad, calidad y buenas prácticas y a su vez, estar integrados en forma eficiente en los distintos

mercados. En general, los requisitos son distintos según las cadenas de valor de los diferentes destinos, son también cambiantes, y cada vez más demandantes de cuestiones técnicas y de transparencia.

Actualmente tenemos al menos tres dimensiones de requisitos:

- 1. Entre las autoridades sanitarias de mercados origen y destino.** Aquí se consensuan los planes de monitoreo y/o vigilancia (plan CREHA para Europa), los testeos y su frecuencia, las metodologías utilizadas y sus niveles de detección, las acciones correctivas ante desvíos, las alertas sanitarias, los rechazos y hasta los cierres o suspensiones de los mercados. Resulta importante que las autoridades de cada país y/o bloque tengan un buen acceso a los puntos controversiales de cada parte. Dichos puntos son provistos normalmente por un adecuado diálogo entre el sector público y privado, y la activa participación de las instituciones técnicas, que discuten estas diferencias y tratan de obtener consensos favorables para ambas partes a nivel internacional. Argentina se ha convertido en líder en ese punto, gracias al arduo trabajo de varios actores de la cadena y una construcción única, de grupos de trabajo público-privados basadas en la confianza, la sinceridad y claros objetivos en común. Esos logros se ven reflejados en la participación activa de Argentina en instituciones internacionales (APIMONIDA, FILAPI, USP, IHEO, HTC, etc.).

Si bien esos sistemas a nivel apícola se basan principalmente en las Buenas Prácticas Apícolas, aquí todavía tenemos mucho por hacer. El sistema SITA es un avance en ese sentido; debemos capacitar, incluir y luego auditar para que todo el sistema se alinee hacia una mejora continua.

- 2. Entre el comprador y el vendedor.** Muchas veces, los compradores establecen sus propios requisitos, en general más estrictos y dinámicos que los establecidos en el punto 1. Esos requisitos están basados en estrategias y tácticas de diferenciación con la competencia en destino, o en función de los niveles de riesgo y orientación que los compradores perciben en algún momento determinado. Aquí también se requieren normas como la BCR, FSSC 22000, True Source Honey, etc. **Es necesario que el productor apícola esté alertado de lo que el comprador requiere y como corregir los eventuales desvíos.** Muchas veces, el mercado tiende a nivelar para abajo en lugar de accionar para mejorar el nivel de los que todavía se encuentran rezagados. El criterio debe ser inclusivo y no de castigo, pero debe diferenciar los niveles y penalizar los actores que tratan de tomar ventajas de corto plazo, ya que finalmente son los que atentan contra la generación de un sistema de mejoramiento.
- 3.** Finalmente, el sistema también está auditado por **sistemas de Acciones de Consumidores, y/o grupos de productores** que pueden sentirse en peligro ante terceros competidores. Los medios, las

redes de comunicación, las acciones legales y un mundo altamente conectado hacen que este plano de auditoría, que en general actúa sin aviso previo y en forma retroactiva, sea en ocasiones impredecible.

¿Qué son las auditorías y para qué sirven?

Como mencionamos anteriormente, la trazabilidad, las auditorías y los análisis de laboratorio son herramientas esenciales para reducir la vulnerabilidad de una cadena de suministro al fraude de la miel y el cumplimiento de las expectativas de consumidor.

Las auditorías son sistemas de aseguramiento que normalmente se llevan a cabo para verificar el cumplimiento de las normas y especificaciones contratadas entre un comprador (cliente) y el proveedor del producto. Generalmente, la estrategia de auditoría más sólida es la implementación de un programa de inspecciones in situ a las instalaciones de un apicultor o proveedor, hecha por auditores bien calificados.

Las auditorías de los apicultores son extremadamente útiles para detectar dos tipos de adulteración: la producción de miel inmadura y el uso inapropiado de la alimentación artificial en momentos cercanos o durante el flujo de néctar.

¿En qué consisten las auditorías?

Los auditores deben estar debidamente capacitados y ser al menos capaces de:

- » Visitar los apiarios y las instalaciones del apicultor durante la temporada activa de las colmenas.
- » Comprender las curvas de floración de la zona.
- » Evaluar la calidad, momento de aplicación, dosis y modo de suministro de los alimentos artificiales.
- » Tomar muestras de los alimentos artificiales usados por el apicultor durante la temporada.
- » Determinar el grado de madurez de la miel cosechada, tanto en el campo como en las salas de extracción.
- » Determinar la frecuencia de recolección de miel de las colmenas.
- » Detectar un eventual uso de alimentación artificial en momentos cercanos o durante el ingreso de néctar.
- » Auditar la eventual existencia de jarabes en las instalaciones del apicultor durante la temporada de miel.
- » Inspeccionar los documentos con información sobre el número de colmenas del apicultor, los volúmenes de producción durante las últimas temporadas y comprobar si los rendimientos están de acuerdo con los rendimientos medios de la región.

- » Examinar documentos de trazabilidad de la miel producida y comercializada anteriormente.
- » Tomar muestras de miel en la sala de extracción de miel para determinar humedad y pureza.

Las auditorías en el marco del sistema de calidad de la miel

Conceptualmente, la robustez del sistema de calidad de una miel, en lo que respecta a su trazabilidad y sistemas de auditoría a los que se somete, debe ser respaldada y balanceada por una capacidad de prueba analítica acorde, de manera de proporcionar un alto grado de confianza en la autenticidad del producto. A menor robustez de los sistemas de trazabilidad y auditorías, mayor deberá ser la capacidad analítica necesaria y la frecuencia de testeos de una miel.

La capacidad analítica de laboratorio deberá entonces poder excluir toda posibilidad de sustancias extrañas a la miel que puedan provenir de una adulteración intencional o de una contaminación accidental con productos usados en la alimentación artificial de las colmenas.

Dado que los productos utilizados para la alimentación artificial de las colonias son variados y cambiantes, constantemente se deben revisar y actualizar los métodos de testeo de la miel para controlar la eventual presencia de sustancias foráneas. Una comunicación fluida, duradera y sincera entre el productor y el exportador puede contribuir enormemente a disminuir la batería analítica necesaria para garantizar la pureza del producto. Productores compartiendo información con su exportador sobre productos utilizados en la alimentación artificial, dosis y momentos de utilización y exportadores manteniendo informados a los productores acerca de las nuevas exigencias del mercado aseguran una cadena efectiva y eficiente que garantiza la calidad final del producto.

Todos los niveles de Sistemas de Aseguramiento de la Calidad hasta aquí descriptos están interrelacionados en forma multidireccional, y explican la dinámica e importancia de un sistema de producción robusto, capaz de mostrar con transparencia como se produce la miel en cada eslabón de la cadena, y fácil de auditar. La probabilidad de que algún desvío no se corrija en tiempo, y aún más si se trata de ocultarlo pensando evitar inconvenientes, hará al sistema mucho más endeble.



Finalmente, le debemos rendir cuentas y dar certezas al consumidor, quien es básicamente el que tiene el poder para alinear toda la cadena.

Los gustos, deseos y posibilidades de los consumidores también son dinámicos y variables, pero finalmente debemos satisfacer las expectativas que ellos tienen sobre el producto que están comprando.

UNA OPORTUNIDAD PARA ARGENTINA

Los resultados de la lucha contra el fraude, cuyo punto de inflexión fueron la Declaración de APIMONDIA y el Congreso Apimondia 2018 (Montreal) están colaborando para ordenar el mercado global de la miel. Un resultado concreto de ese proceso es el incremento en el precio de la miel de calidad ofrecida por Argentina. Estas nuevas condiciones de mercado exigen un mayor diálogo entre todos los actores de la cadena, construyendo relaciones de confianza que permitan garantizar a los consumidores la genuinidad del producto.

Lo anterior abre una ventana de oportunidades para la Apicultura Argentina, que desde hace años viene trabajando de modo articulado para la “gestión de la calidad”.

A lo largo del curso, recorrimos un camino: la situación del mercado internacional, la identificación del problema, la posibilidad de transformar esa amenaza en una oportunidad para el sector apícola argentino, apostando una vez más a la calidad, aplicando las herramientas disponibles: buenas prácticas de manejo y alimentación, trazabilidad, auditorías y análisis de la miel para atenuar/eliminar el problema.

A esta altura a todos nos queda claro que podemos transformar en una gran oportunidad la amenaza del fraude en el mercado global de miel. Para eso debemos redoblar el esfuerzo que desde hace años venimos realizando como sector, garantizando la calidad y trazabilidad de la miel que producen nuestras abejas. Porque en las actuales circunstancias del mercado, agravadas por la pandemia, los consumidores e importadores del mundo valorizan la miel genuina, de calidad y trazable desde su origen.

Para poder aprovechar la oportunidad que nos ofrece el mundo debemos por lo menos:

- » Comprender como funciona el mercado global, contar con información precisa y veraz sobre la percepción de los diferentes actores en la cadena de valor.
- » Conocer el comportamiento de los consumidores, procesadores e importadores en los países de destino de nuestra miel.
- » Ajustar el sendero tecnológico a las actuales condiciones del mercado, la percepción de los consumidores, acuerdos comerciales y consecuentes necesidades de nuestros clientes.
- » Estar dispuestos a integrar cadenas de valor inteligentes articulando con todos los actores involucrados en la construcción de un modelo de negocio en el que todos ganen.

Es muy claro que para poder lograr el desafío de liderar el mercado mundial de miel de calidad y que todos nos beneficiemos con dicho logro, será necesario construir alianzas donde los apicultores organizados articulando con el estado y las empresas exportadoras sean protagonistas de una cadena de valor inteligente, virtuosa, transparente y sin posiciones dominantes (Figura 5.4).

**Figura 5.4**

Miel argentina de calidad en góndola de un mercado en Japón

Fuente: J. Nascel

Asumiendo que nadie puede agregar calidad a la miel que elaboran nuestras abejas, los apicultores se transforman inmediatamente en los protagonistas, pasando de ser “proveedores excluyentes” a miembros de una cadena virtuosa; conocedores de las necesidades de los consumidores, el funcionamiento de los diferentes eslabones y el modo de obtener lo que el mercado demanda.

El sector apícola argentino se encuentra mayoritariamente comprometido con la calidad desde hace años y ya en el Plan Estratégico “Argentina Apícola 2017” (puesto en marcha en 2009) el sector manifestaba en su Visión: “*Que Argentina en el 2017 se transforme en líder mundial del mercado de productos apícolas altamente valorados sobre la base de un crecimiento y desarrollo organizado, competitivo y sostenible desde la perspectiva económica, social y ambiental*”. Luego en el proceso ampliamente participativo de actualización se mantuvo la idea de que la Apicultura Argentina sea reconocida por la calidad de sus productos y servicios.

Como hemos visto, se presenta ante nosotros la oportunidad de transformar en realidad la Visión compartida del sector y nuestro sueño de liderazgo. Para que lo anterior sea posible debemos aprender de nuestras abejas a organizarnos para competir, garantizando un adecuado flujo de la información y el conocimiento a lo largo de toda la cadena y afrontando entre todos la tarea que tenemos por delante.



Trabajamos para que la Apicultura Argentina sea reconocida en el mundo por la calidad de sus productos y servicios



BIBLIOGRAFÍA

Apimondia, 2020. Declaración de Apimondia sobre el fraude en la miel. Disponible en: https://www.apimondia.com/docs/declaracion_apimondia_fraude_miel_v_2.pdf.

Bedascarrasbure, E., N. Pensel y C. Marconi, 1998. Pliego de condiciones para la certificación de miel tipificada obtenida con buenas prácticas de manejo y manufactura. Protocolo INTA N°11. 108 páginas.

Bedascarrasbure, E., J. Catullo, A. Gargicevich, J. Caporgno, J. y Figini, E. 2010 A.- Un Modelo de Articulación Cadena/Territorio. La experiencia del trabajo conjunto PNADT /PROAPI en el INTA. 1º Congreso Latinoamericano y Europeo en co-innovación de sistemas sostenibles de sustento rural. 27 al 30 de Abril. Minas, Uruguay. Pg. 359 – 362.

Bedascarrasbure, E., E. Monti, M. Medina y S. Monserrat, 2010 B.- Del Cluster a la Competitividad Sistémica Territorial. 1º Congreso Latinoamericano y Europeo en co-innovación de sistemas sostenibles de sustento rural. 27 al 30 de Abril. Minas, Uruguay. Pg. 317 – 320.

Bedascarrasbure, E., C. Dini, L. Maldonado, G. Cabrera, D. Primost, L. Gurini, M. Palacio y G. Rodríguez, 2010c. Consolidando la apicultura como herramienta de desarrollo. Documento Premio Medio Siglo CREA. Ed. INTA. 47 pg.

Bedascarrasbure, E. y J. Caporgno, 2010. Las salas de extracción como puntos focales del sistema de gestión de la calidad de miel en Argentina. X Congreso Íbero-latinoamericano de Apicultura. Natal, Brasil, 11 al 14 de Octubre.

Bedascarrasbure, E., 2016. La gestión pública en la consolidación local, nacional e internacional de un sector productivo. En: Gestión y política internacional subnacional el caso de los municipios del interior de la Provincia de Buenos Aires. CEIPIL - UNCPBA.

Poffner, D y N. Unger, 2009. Manual de Buenas Prácticas Apícolas para la Cuenca del Salado, Ediciones INTA. Disponible en: www.redlac-af.org.

Senasa, 2018. Resolución 5-E/2018. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/#!DetalleNorma/177191/20180105>

La calidad de la miel que Argentina ofrece al mundo es resultado del trabajo coordinado de todo el sector, y convoca a los apicultores, empresas exportadoras, técnicos e investigadores. Con la mirada puesta en los consumidores, todos trabajan aunando esfuerzos para que la miel llegue a las góndolas genuina, tal como la elaboran las abejas.

La articulación público-privada concretada en el Convenio INTA-Nexco S.A. es una alianza estratégica para producir miel argentina de calidad.

La lucha contra el fraude en el mercado global de la miel exigió profundizar los métodos de control con la incorporación de nuevo equipamiento y la combinación de análisis que aumentan la sensibilidad en la detección de los azúcares extraños. Lo anterior exigió realizar ajustes en el sendero tecnológico adaptándolo a los nuevos requerimientos del mercado.

Ante esta situación, en el marco del Convenio INTA-NEXCO se organizó un curso virtual para que rápidamente los apicultores argentinos se informaran sobre los alcances de la lucha contra el fraude, sus implicancias en el mercado global de la miel de calidad y las nuevas exigencias del mismo. De ese modo el sector logró adecuar las prácticas de alimentación a los nuevos requerimientos y evitar la contaminación involuntaria de la miel.

Tomando los contenidos del curso virtual, se elaboró el presente manual que profundiza y actualiza la información relacionada con las buenas prácticas de la alimentación con una mirada de cadena de valor en el contexto de lucha contra el fraude.

El presente Manual es una fusión del conocimiento científico y la experiencia compartida por los diferentes actores de la cadena. Plantea la necesidad del ajuste de las prácticas de alimentación, y fundamenta científicamente el por qué y el cómo hacerlo de una manera clara y accesible.

The quality of the honey that Argentina offers to the world is the result of the coordinated work of the entire sector and, convenes beekeepers, exporting companies, technicians and researchers. With their sights set on consumers, they all work together so that genuine honey reaches the shelves just as bees produce it.

The public-private articulation materialized in the INTA-Nexco S.A's Agreement, is a strategic alliance to produce high quality Argentine honey.

The fight against honey fraud in the global market made necessary to increase the complexity and number of testing methods, which also increase the sensitivity of detecting foreign sugars. This new scenario required adjusting the management and technological tools used by Argentine beekeepers, adapting them to the new market requirements.

Faced this situation, within the framework of the INTA- NEXCO's Agreement, a virtual course was organized to create awareness on Argentine beekeepers on the current fight against fraud, its implications in the global market for quality honey and its new requirements. In this way, the beekeepers were able to adapt their feeding practices, to preserve the quality and to avoid unintentional contamination of honey.

This Manual was prepared taking the contents of the virtual course, but it further deepens and updates the information about the necessary good beekeeping practices related to bee feeding, with a value chain perspective in the context of fighting fraud.

This Manual is a fusion of scientific knowledge and experience shared by the different actors of the chain. It shows the need to adjust bee-feeding practices with scientific bases, and explains how to do it in a clear and accessible way.



Convenio INTA-NEXCO
Alianza Estratégica para la Miel Argentina de Calidad



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina