

Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



PECUARIO / APICULTURA



Resultados y Lecciones en

Productos para el control del ácaro Varroa

Proyecto de Innovación en
Región del Maule



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en Productos en Base a Aceites Esenciales Microencapsulados para el Control del Ácaro Varroa



**Proyecto de Innovación en
Región del Maule**

Valorización a septiembre de 2009



SERIE **EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO**

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto, especialmente a

- Sergio de la Cuadra, Apicultor, Consultor apícola
- Juan Muñoz, Gerente General Sociedad Apícola Verkruisen Ltda., y a
- Claudia Fernández, profesional FIA encargada del proyecto precursor.

Resultados y Lecciones en Productos en Base a Aceites Esenciales Microencapsulados para el Control del Ácaro Varroa

Proyecto de Innovación en la Región del Maule

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 199.395

ISBN N° 978-956-328-075-3

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G. y Valentina Baasch B. - AQUAVITA Consultores.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Objetivo del documento	11
3. Impacto económico de la varroasis en el negocio apícola	11
4. Alcances y desafíos de la herramienta	15
5. Desafíos y claves de la viabilidad de la innovación	16
6. Asuntos por resolver	18

Sección 2. El proyecto precursor	21
1. El entorno económico y social	21
2. El proyecto	23
2.1 Aspectos metodológicos	23
2.2 Resultados	26
3. Desarrollos posteriores	27

Sección 3. El valor del proyecto	29
---	----

ANEXOS	
1. Información económica y estadísticas	32
2. Literatura consultada	51
3. Documentación disponible y contactos	52



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre el desarrollo de productos en base a timol, para el control de la varroa en las colmenas de nuestro país. Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de un **Documento de Aprendizaje**, aporte a los interesados una nueva herramienta que les permita adoptar decisiones productivas y, potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento han sido desarrollados a partir de las experiencias y lecciones aprendidas de la ejecución del proyecto precursor¹ denominado **“Desarrollo de productos en base a aceites esenciales microencapsulados para el control del ácaro Varroa”**. Esta iniciativa fue financiada por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, y ejecutada por la empresa Sociedad Apícola Verkruijsen y Cia. Ltda., junto a su asociada la Empresa de Servicios Tecnológicos Ltda. (EST Ltda.), entre enero 2004 y diciembre 2006.

El proyecto tuvo como objetivo principal desarrollar productos estandarizados, en base a aceite esencial de tomillo² para el control del ácaro varroa, a través de la microencapsulación del ingrediente activo “timol”. Responde a la necesidad de contar con una herramienta efectiva y que se ajuste a las normativas aceptadas por la autoridad fitosanitaria en Chile y, al mismo tiempo, que sea compatible con la tendencia de la industria a preferir el uso de productos naturales, amigables con el medio ambiente e inoocuos para la salud.

En la actualidad el ácaro varroa, responsable de la muerte y pérdidas importantes en la industria apícola, se encuentra en una situación de control cuestionable, a propósito de que los productos autorizados para su uso no están teniendo efectividad y dado que las poblaciones del ácaro han generado resistencia, por lo que la industria ha debido convivir con el ataque del ácaro o simplemente recurrir a mecanismos de control no autorizados o que no se condicen con las prácticas de manejo exigidas en los mercados de consumo.

¹ **“Proyecto precursor”**: proyecto de innovación financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar el modelo o innovación aprendida que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la sección 2 de este documento.

² **Tomillo**: *Thymus vulgaris* o tomillo limonero es una planta de la familia de las labiadas de amplia distribución, empleado en condimentación y como planta medicinal. Es cultivado en Europa central y meridional y silvestre se encuentran en laderas soleadas de suelo calcáreo. La planta contiene gran proporción de aceite esencial, hasta 2,5 % (timol, borneol, cineol, carvacrol, linalol, menteno, timeno y tanino), también contiene sustancias amargas y antibióticas; Antiséptico, antibiótico, carminativo y balsámico.



El proyecto logró hacer avances importantes en los objetivos propuestos, en particular en relación a los procesos de formulación de los productos (microencapsulación), sin embargo no generó experiencias suficientes que permitan disponer hoy de una herramienta de efectividad comprobada, que se encuentre acreditada por la autoridad y que esté disponible para su uso inmediato por parte de la industria objetivo.

A continuación se revisan los antecedentes de la industria en que se insertaría una herramienta como la propuesta y también las condiciones y aspectos claves que harían que ésta se convirtiera en una opción concreta.

La varroasis y su impacto en la producción nacional de miel

La varroasis es una enfermedad producida por el ácaro ectoparásito *Varroa destructor*. Corresponde a una enfermedad parasitaria de las abejas que genera graves problemas a la producción apícola nacional y mundial. En muchos casos, ocasiona la muerte de las colonias, pero en otros, genera serias pérdidas de producción, debido a un debilitamiento general de las colmenas. La varroa succiona la hemolinfa de su huésped y causa dos tipos de daños: un daño físico al disminuir el contenido de proteínas y un daño tóxico infeccioso, debido a la transmisión de microorganismos causantes de enfermedades virales y bacterianas.

Uno de los síntomas que se advierte ante la ocurrencia de la varroasis es la presencia de abejas con alas deformes, que no pueden volar, o de tamaño reducido, cuyo abdomen y tamaño general de ellas se puede reducir hasta en un tercio del normal. La falta de vitalidad, muerte prematura y debilitamiento de la colmena son características típicas de la enfermedad. La colmena desaparece lentamente, pudiendo incluso llegar a un punto en que no se encuentren abejas en su interior.

Esta enfermedad no sólo puede producir una pérdida económica directa en los productos derivados de la apicultura, sino que también puede alcanzar una gravísima repercusión en la producción hortofrutícola y en la producción de semillas de hortalizas, forrajeras y oleaginosas, como consecuencia de una baja en la masa entomófila polinizante, en la cual la abeja es el insecto de mayor efectividad (Peldoza, 1992).

Ciclo de la varroa

Varroa destructor es un parásito recientemente establecido en *Apis mellifera*. La dispersión o la contaminación de varroa aparentemente tuvo lugar cuando, a principios del siglo XX, algunas colonias de *Apis mellifera* fueron ubicadas en las provincias orientales de la Unión Soviética, Japón y el sureste de Asia, donde colonias de *Apis cerana* se encontraban en estado silvestre y presumiblemente entraron en contacto con ellas. El movimiento internacional de las colonias y abejas reinas ha ocasionado que la parasitosis se haya dispersado ampliamente, teniendo actualmente una distribución en casi todo el mundo.

El parásito afecta tanto a la cría como a las abejas adultas. En las abejas adultas, los ácaros se encuentran comúnmente en el abdomen, donde se sostienen usando sus patas y partes bucales.

La hembra adulta de la varroa es de color café rojiza, de forma ovalada y plana. Sus dimensiones son en promedio 1 mm de largo por 1,6 mm de ancho. Los machos de color pálido aperlado, son menores en tamaño (0,7 mm por 0,7 mm) y no sobreviven fuera de las celdas de cría de la colmena. El individuo clave del ciclo de desarrollo de la varroa es la hembra adulta, denominada "Varroa madre".

El ciclo de vida de varroa adulta es variable, viviendo en promedio 2 a 3 meses en verano y 6 meses o más en invierno y otoño, pudiendo alcanzar hasta 8 meses durante la invernación de la colmena (Schluck, 1992). En el ciclo de vida se pueden observar dos etapas, la primera corresponde al período en que el ácaro se encuentra sobre el cuerpo de las abejas adultas (fase forética) y la segunda cuando el ácaro ingresa a la celdilla de cría de las abejas, que corresponde a la fase reproductiva (Vandame *et al.*, 1998).

- **Fase forética.** La hembra permanece gran parte de su vida sobre las abejas adultas, teniendo una preferencia muy clara sobre las abejas nodrizas (Vandame *et al.*, 1998). Durante la fase forética se encuentran generalmente en la parte baja del abdomen.
- **Fase reproductiva.** La varroa se reproduce en forma exclusiva en una celdilla de cría, teniendo preferencia por las celdillas de zánganos sobre celdillas de obreras. La varroa entra a la celdilla en el momento antes que ésta sea operculada,³ cuando la larva de abeja está en estadio de larva 5 (Vandame *et al.*, 1998).

Una vez dentro de la celda, la hembra permanece adormecida, sumergida en el alimento de la larva de abeja, una vez que el alimento ha sido consumido, la varroa se libera y comienza a succionar hemolinfa de la larva (Castillo, 1992). Después de alimentarse por primera vez coloca un huevo, aproximadamente a las 60 horas después de que la celdilla haya sido operculada; los siguientes huevos son colocados en intervalos de aproximadamente 30 horas; del primer huevo se desarrolla un macho, los restantes sólo producen hembras (Ellis y Baxendale, 1996; USDA, 2001). En las celdas de obreras, la varroa coloca un máximo de seis huevos y en la de zánganos un máximo de siete (Vandame, 2000).

³ Opérculo: tapadera delgada que cubre los panales de la miel.

A su vez, las celdas “reales” permanecen selladas por menor tiempo, 7 días, por lo que no es posible que el ácaro se desarrolle dentro de ellas. El desarrollo de varroa pasa por los estados de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (hembras y machos). El ciclo completo de desarrollo demora de 8 a 9 días en las hembras y 6 a 7 días en los machos, pero factores de humedad relativa y temperatura pueden hacer variar estos rangos (Neira, 1992). El apareamiento ocurre dentro de la celdilla tapada, a medida que las varroas van madurando el macho se va apareando con ellas. (Castillo, 1992).

Varroasis en Chile

En 1992 se diagnosticó por primera vez la varroa en Chile, en la precordillera de la VI región. Dada su gravedad y el impacto que podría causar en la apicultura, ese mismo año el Ministerio de Agricultura declaró a la varroasis como enfermedad infecto-contagiosa en todo el país, con carácter de emergencia sanitaria. Resultados de los estudios realizados posteriormente han arrojado información acerca de la distribución de este ácaro en el país, determinándose su presencia entre las regiones I y la X, incluyendo Chile insular.

Al parecer, a pesar de su distribución, existirían zonas en las que el ácaro no presenta problemas económicos graves para el apicultor y otras en las que sí. Estas diferencias en la patogenicidad vista en varroa en los últimos años pueden ser atribuidas a diferencias climáticas del país y a la presencia de ecotipos de abejas. Sin embargo, otros estudios concluyen que no habría una incidencia significativa de la zona agroecológica en el nivel de infestación con varroa de los apiarios. Las diferencias, de producirse éstas, serían debido a factores de manejo sanitario de las colmenas.

Considerando el carácter cosmopolita de este ectoparásito, sin duda, el movimiento de colmenas, núcleos y reinas de un continente a otro fue la causa de su actual distribución mundial. En relación a su expansión, existen causas naturales como el pillaje, la deriva, la entrada permanente de zánganos, las manipulaciones descuidadas del apicultor, en virtud que confecciona núcleos con cuadros de cría (operculados normalmente) llevando varroas de una colmena a otra. La trashumancia de colmenas es otro factor crítico en la expansión de la enfermedad en el territorio.

Control

La sanidad es uno de los factores más importantes para el logro de una buena producción en cualquier actividad agropecuaria y la apicultura no escapa de esta regla, ya que son numerosas las enfermedades que afectan a las abejas, en sus diferentes estados de desarrollo, debilitando las poblaciones en las colmenas. En la Tabla 1 se señalan las enfermedades reconocidas como presentes o ausentes en el país ante la OIE (Organización Internacional de Epizootias).

Tabla 1. Condición sanitaria nacional

Enfermedad	Agente causal	Condición
Nosemosis	<i>Nosema apis</i> Zander	Presente
Acarapisosis	<i>Acarapis woodi</i> Rennie	Presente
Varroasis	<i>Varroa destructor</i> Anderson & Trueman	Presente
Loque europea	<i>Melissococcus pluton</i>	Presente
Loque americana	<i>Paenibacillus larvae larvae</i>	Presente
Escarabajo de la colmena	<i>Aethina tumida</i>	Ausente
Acaro asiático	<i>Tropilaelaps clareae</i>	Ausente

Fuente: Adaptado de SAG

Numerosos reportes sindicán la varroasis como el principal problema sanitario que enfrenta la apicultura a nivel mundial. Hasta ahora, el control de la varroa se ha enfrentado principalmente con

productos químicos de síntesis artificial, principalmente piretroides. Estos han ocasionado consecuencias muy riesgosas, debido a la acumulación de residuos en miel, cera y propóleos, además de generar un problema de resistencia importante a los productos, cuando han sido aplicados indebidamente y de manera repetitiva.

Las estrategias de control que se utilizan en el resto de los países se basan en la utilización de productos tales como fluvalinato, flumetrina, amitraz, bromopropilato, cimiazol, así como la aplicación de ácidos orgánicos y aceites esenciales. Se han desarrollado también diversas medidas biotécnicas, tales como humos botánicos, tratamientos térmicos, uso de panales de cría de zángano y dispositivos de captura de ácaros, con distintos grados de éxito. A modo de ilustración, Argentina, uno de los principales países productores de miel en el mundo, tiene registrados cerca de 6 productos que pueden ser utilizados para su control. La diferencia con Chile es que en la gran mayoría de ellos existe una gama más amplia de productos autorizados, lo que les permite realizar una rotación y, a su vez, implementar un programa de manejo integrado. Aún así la enfermedad no se encuentra del todo resuelta y se siguen presentando problemas de resistencia asociados al uso reiterado de los mismos productos. Es más, en Nueva Zelanda, se están llevando a cabo programas de mejoramiento genético orientado a la obtención de poblaciones de abejas resistentes a la varroa, como una línea alternativa a la búsqueda de controles activos.

En Chile, los acaricidas registrados actualmente en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control de la enfermedad son: Amitraz (tiras), Bayvarol (Flumetrina) y Flumetrina (tiras) y recientemente, tablillas evaporantes a base de timol, levomentol, aceite de eucaliptus y alcanfor, productos que cumplen con los requisitos oficiales para su comercialización.

Un producto que ha sido registrado por el SAG para su venta en el país ha demostrado, mediante ensayos clínicos, que cuando es usado según las recomendaciones del rotulado, es efectivo contra varroa, seguro para las abejas y no deja residuos dañinos para el hombre en miel y cera. Sin embargo, en los últimos años se ha detectado un incremento en la resistencia a los acaricidas actualmente en uso, lo que se debe principalmente a su empleo repetido y, en algunos casos, a un manejo inadecuado (dosis o fechas inadecuadas).

TABLA 2. Medicamentos veterinarios de uso apícola registrados en el SAG

Nombre genérico	Forma farmacéutica	Nº registro SAG	Indicaciones	Importador
Bayvarol	Tiras	614	Control <i>Varroa destructor</i>	Bayer S.A.
Amitraz	Tiras	1828	Control <i>Varroa destructor</i>	JPM Exportaciones
Flumetrina	Tiras	1917	Control <i>Varroa destructor</i>	Centrovet Ltda.
Timol, Levomentol, Aceite de Eucaliptus, Alcanfor	Tablillas evaporantes	2040	Control <i>Varroa destructor</i>	Soc. Inversiones Carmencita Ltda.

Fuente: www.sag.gob.cl. (visto en Agosto 2009)

Por esta razón, actualmente, una parte importante de los apicultores utiliza en las colmenas diversos productos formulados para otras especies, como por ejemplo, antiparasitarios de uso externo para caninos, como el coumaphos. De acuerdo a la información recopilada entre los actores de la industria, este producto, empleado en las dosis, forma y fecha de aplicación adecuada, tendría resultados eficientes en el control del ácaro y a un bajo costo, al compararlos con los acaricidas autorizados. Sin embargo, de acuerdo a las autoridades fitosanitarias de nuestro país, este producto, así como otros no registrados, no debieran aplicarse en abejas, ya que

no existen antecedentes científicos que respalden dicho uso. Tampoco se han hecho estudios referentes a las dosis adecuadas para las abejas, lo que se podría traducir en la obtención de eficacias erráticas, selección de individuos resistentes, mortalidad de abejas adultas y crías y en residuos violatorios en miel, cera y otros productos de la colmena, lo que no se condice con las prácticas de manejo exigidas en los mercados de consumo, traduciéndose en un grave riesgo para la industria.

Debido a lo anteriormente expuesto y, ante la necesidad de encontrar otras alternativas eficientes para el control de la varroa, en los últimos años se han evaluado agentes acaricidas de naturaleza orgánica, como el ácido fórmico y el oxálico, los que presentan la ventaja de ser constituyentes naturales de la miel y sus residuos son rápidamente degradados; sin embargo, algunas fuentes señalan que dada su naturaleza altamente corrosiva, su aplicación presenta algunos riesgos.

Por otra parte, se han desarrollado investigaciones basadas en el uso de aceites esenciales, extraídos de plantas aromáticas, como el timol, lavanda, eucalipto, orégano, menta, entre otros, los que han demostrado una interesante eficacia acaricida. Estos aceites y sus componentes ofrecen una atractiva alternativa a los químicos acaricidas de origen sintético, para el control de *Varroa destructor*, ya que son productos que no presentan riesgos a la salud, a pesar de que algunos autores hacen referencia a que en ciertas ocasiones la aplicación de aceites esenciales puede provocar alteraciones en las colmenas, como agitación. Una forma de disminuir este tipo de problemas y el riesgo de contaminación de los productos de colmena es el uso de un mecanismo de liberación controlada, como la microencapsulación de los aceites esenciales.

Una opción de control que aún no ha sido totalmente explotada es el uso de agentes de control biológico, como los entomopatógenos, práctica que en los últimos años ha cobrado creciente interés, debido a la preocupación por contar con nuevas formas de control de plagas no contaminantes y más amigables con el medio ambiente. El Centro Tecnológico de Control Biológico (CTCB) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias -INIA- (ubicado en el Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán) es una de las instituciones que está realizando esfuerzos importantes en esta línea, particularmente en el uso de hongos entomopatógenos. Los resultados de estas investigaciones podrían abrir nuevas oportunidades de control.

Además de las prácticas activas de control, existen medidas de prevención que debieran llevarse a cabo con el fin de mitigar la incidencia de esta enfermedad, como el mantener colmenas fuertes, con excelente nutrición, ubicadas en lugares aptos, esto unido a monitoreos sanitarios que permitan mantener poblaciones de colmenas sanas.

Si bien, ningún mecanismo de control por sí solo es suficiente, el buen manejo de prácticas de prevención permitiría evitar la aplicación de productos químicos en forma reiterada, disminuir el uso de otros químicos alternativos o simplemente eliminarlos.

Así, existe la necesidad de investigar nuevas alternativas de control de este ácaro que permitan llevar a cabo cambios de productos y principalmente de que exista la posibilidad de alternar tratamientos químicos con aceites esenciales o ácidos orgánicos, que si bien presentan eficacias más variables, son menos contaminantes. Este último aspecto es de vital importancia de cara a los mercados internacionales donde se transa la miel, los cuales exigen altos estándares de calidad e inocuidad del producto. No obstante, es necesario reforzar que aún cuando se disponga de un producto de alta efectividad, no se deben descuidar las prácticas de manejo de carácter preventivo.

► 2. Objetivo del documento

Este documento pretende recoger las lecciones que permitan describir los aspectos claves que deben ser considerados en nuevas iniciativas que busquen poner a punto una herramienta de control de varroa o, a partir de ellas, proponer nuevas estrategia de control para este ácaro. Si bien el logro de los objetivos específicos propuestos en el proyecto precursor no dan solución completa a los problemas planteados, igual se ha considerado pertinente rescatar las experiencias que del mismo se desprenden.

► 3. Impacto económico de la varroasis en el negocio apícola

Para dimensionar el impacto de un adecuado control de esta enfermedad se ha considerado pertinente contextualizar el negocio apícola de hoy en las condiciones nacionales.

Contextualización del negocio apícola

El negocio apícola en Chile se sustenta principalmente en la producción de miel y en los servicios de polinización. En forma complementaria y creciente se han incorporado otros productos de la colmena como el polen, propóleo, la producción de reinas, entre otros. De este modo, para evaluar la rentabilidad del negocio apícola se tomó como supuesto a un productor promedio con 100 colmenas, ubicado en la zona central del país y con una producción de miel de 20 Kg/colmena al año (Tabla 3). Como la tendencia en la industria ha sido diversificar, se consideró como ingresos adicionales a la producción de miel, la polinización, la producción de polen, propóleo, cera y la venta de núcleos.

Se consideró un ingreso de \$1.500 por kilo de miel a productor. El resto de los costos e ingresos se describen con detalle en los anexos.

TABLA 3. **Flujo de caja y rentabilidad de un apicultor de 100 colmenas. En pesos chilenos**

100 colmenas		
Item	Año 0	Año 1 a 10
Ingresos	13.225.000	13.225.000
Costos	8.497.000	8.497.000
Personal	4.000.000	4.000.000
Insumos	2.190.000	2.190.000
Gastos generales	1.857.000	1.857.000
Servicio extracción/proceso	450.000	450.000
MARGEN BRUTO	4.728.000	4.728.000
Inversiones	11.120.091	-
Colmenas e Insumos	11.120.091	
Sala Cosecha	-	
Capital de trabajo	19.617.091	
FLUJO NETO CAJA	-26.009.183	4.728.000
VAN	12%	629.528
TIR		12,66 %

Nota: Productor ubicado en la zona central, V Región, con una producción promedio de 20 Kg/miel y que presta servicios de polinización.

Fuente: Elaborado por los Aquavita Ltda. en base a información de la industria



WAUGSBERG

Cabe mencionar que la producción de miel y de los demás productos de la colmena es variable año a año, dependiendo en gran parte de las condiciones ambientales y climáticas reinantes, las que inciden directamente en la vegetación y, por ende, en la flora disponible para las abejas. Sólo para ilustrar, se consideró como promedio una producción constante de miel de 20 Kg/colmena en el horizonte de evaluación.

Si analizamos la Tabla 4 veremos el negocio apícola, teniendo como base a un apicultor de 1000 colmenas, con igual producción, podemos observar que el negocio tiene una rentabilidad más atractiva, por efecto de las economías de escala que pueden lograrse (proceso de cosecha, transporte, etc.).

TABLA 4. Flujo de caja y rentabilidad de un apicultor de 1.000 colmenas. En pesos chilenos

1.000 colmenas		
Item	Año 0	Año 1 a 10
Ingresos	76.000.000	76.000.000
Costos	40.354.000	40.354.000
Personal	5.680.000	5.680.000
Insumos	21.900.000	21.900.000
Gastos generales	8.274.000	8.274.000
Servicio extracción/proceso	4.500.000	4.500.000
MARGEN BRUTO	35.646.000	35.646.000
Inversiones	80.420.091	-
Colmenas e Insumos	80.420.091	-
Sala Cosecha	-	-
Capital de trabajo	120.774.091	-
FLUJO NETO CAJA	-165.548.183	35.646.000
VAN	12%	32.017.560
TIR	17,09%	

Nota: Productor ubicado en la zona central, V Región, con una producción promedio de 20 Kg/miel y que presta servicios de polinización.

Fuente: Elaborado por Aquavita Ltda. en base a información de la industria

El negocio apícola no sólo es sensible a la escala de producción, sino también al nivel de producción, la que se entiende como todos los productos de la colmena y los servicios de polinización. Así, el aspecto sanitario y en especial la varroasis, que provoca serias pérdidas al apicultor, es un factor determinante en la rentabilidad del negocio.

De acuerdo los antecedentes recogidos, la distribución de la varroa se encuentra generalizada, por lo que prácticamente la totalidad de los apicultores tienen un cierto grado de infestación, lo que los obliga a controlar al ácaro. Si esto no se hace o no se dispone de alternativas eficientes para su control, la producción del apiario se reduce.

A modo de ilustración se consideraron reducciones en la producción total de las colmenas, de acuerdo a lo que se observa en la Tabla 5.

TABLA 5. Margen neto operacional de un proyecto apícola de 1000 colmenas en diferentes niveles de producción. Valores en pesos chilenos

ITEM	Producción/ 1000 colmenas				
		-15%	-30%	-50%	-75%
Personal	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000	5.680.000
Administración	1.920.000	1.920.000	1.920.000	1.920.000	1.920.000
Mano obra manejo general	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000	3.360.000
Asesoría técnica	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Insumos	21.900.000	21.900.000	21.900.000	21.900.000	21.900.000
Control Nosemosis	0	0	0	0	0
Control varroa	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Arriendo sitio					
ubicación colmenas	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000	4.500.000
Traslado colmenas	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
Reposición Reinas	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Sub total	27.580.000	27.580.000	27.580.000	27.580.000	27.580.000
Gastos generales (30%)	8.274.000	8.274.000	8.274.000	8.274.000	8.274.000
Subtotal costos producción (\$)	35.854.000	35.854.000	35.854.000	35.854.000	35.854.000
Servicio extracción/ proceso (15% px miel)	4.500.000	3.825.000	3.150.000	2.250.000	1.125.000
Total Costos Producción (\$)	40.354.000	39.679.000	39.004.000	38.104.000	36.979.000
INGRESOS					
Todos los productos de la colmena (\$)	76.000.000	64.600.000	53.200.000	38.000.000	19.000.000
Margen neto (\$)	35.646.000	24.921.000	14.196.000	-104.000	-17.979.000

Fuente: Elaborado por Aquavita Ltda. en base a información de la industria

Al analizar el cuadro se observa que con reducciones de un 50% en la producción total, para un apicultor de 1000 colmenas, el margen neto operacional es negativo, aunque los desincentivos se aprecian aun en valores de 30% de disminución, dado que los resultados que se presentan son anuales.

En el escenario de un productor apícola de 100 colmenas, que corresponde al promedio nacional, el margen neto operacional se vuelve negativo con mermas en la producción de un 30%, según se aprecia en la Tabla 6, aunque nuevamente y a niveles de 15% de merma, los márgenes son bastantes estrechos.

Tabla 6. Margen neto operacional de un proyecto apícola de 100 colmenas en diferentes niveles de producción. Valores en pesos chilenos

ITEM	Producción/ 1000 colmenas				
	-15%	-30%	-50%	-75%	
EGRESOS					
Personal	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
Administración	1.920.000	1.920.000	1.920.000	1.920.000	1.920.000
Mano obra manejo general	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
Asesoría técnica	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Insumos	2.190.000	3.810.000	3.810.000	3.810.000	3.810.000
Control Nosemosis	0	0	0	0	0
Control varroa	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Arriendo sitio					
ubicación colmenas	450.000	450.000	450.000	450.000	450.000
Traslado colmenas	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Reposición Reinas	180.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Sub total	6.190.000	7.810.000	7.810.000	7.810.000	7.810.000
Gastos generales (30%)	1.857.000	2.343.000	2.343.000	2.343.000	2.343.000
Subtotal costos producción (\$)	8.047.000	10.153.000	10.153.000	10.153.000	10.153.000
Servicio extracción/ proceso (15% px miel)	450.000	382.500	315.000	225.000	112.500
Total costos producción (\$)	8.497.000	10.535.500	10.468.000	10.378.000	10.265.500
INGRESOS					
Todos los productos de la colmena	13.225.000	11.241.250	9.257.500	6.612.500	3.306.250
Margen neto	4.728.000	705.750	-1.210.500	-3.765.500	-6.959.250

Fuente: Elaborado por Aquavita Ltda. en base a información de la industria

De este modo, considerando la sensibilidad del negocio apícola al nivel de productividad, el grado de incidencia que tiene la varroasis en ésta y los métodos de control utilizados actualmente por la mayoría de los apicultores en Chile y los riesgos que conllevan, se hace indispensable para el sector apícola encontrar nuevas alternativas para el manejo de la varroa.

El análisis que se ha hecho tiene como finalidad ilustrar la importancia de controlar adecuadamente esta enfermedad. Se ha omitido hacer comparaciones con alternativas de control inadecuadas, pues lo que se presenta en este documento no es una comparación de costos alternativos de tratamientos. Con todo, la comparación en caso de hacerse, debe considerar ciertamente el riesgo de los rechazos por efecto de la detección de residuos no autorizados o en niveles no permitidos.



WAUGSBERG

► 4. Alcances y desafíos de la herramienta

Si bien el logro de los objetivos específicos propuestos pueden ser considerados parciales, por cuanto no se llegó a una herramienta de control validado a nivel de campo, sí es posible recoger de esta experiencia algunas lecciones que permiten dar luces sobre los aspectos que deben ser considerados para poner a punto esta tecnología de control para la varroa.

En este contexto, es necesario tener presente que respecto de los resultados obtenidos en el proyecto, no todos parecen ser suficientemente empíricos.

De este modo, lo que el proyecto permite validar es:

- La obtención de un producto elaborado en base a aceite de tomillo microencapsulado con buena liberación de principios activos, a nivel de laboratorio
- Escalamiento, a nivel piloto, en la obtención de un producto elaborado en base a aceite de tomillo microencapsulado
- Desarrollo de metodologías y protocolos para la microencapsulación de timol

Es necesario seguir investigando aspectos relevantes, específicamente los relacionados con el efecto varroicida de los productos a nivel de productor.

Por lo tanto, al analizar los alcances de esta herramienta tecnológica, se puede afirmar que se desarrolló la tecnología de microencapsulación de aceite esencial de tomillo, la cual se basó en el principio de coacervación⁴ compleja y como complemento, se desarrolló una línea de productos consistentes en geles, que actúan como dispositivos de liberación sostenida de timol sintético puro.

En concreto, los resultados obtenidos permiten afirmar que actualmente se dispone de, al menos, dos procesos productivos para elaborar productos ricos en timol: uno basado en timol sintético y otro basado en aceite esencial de tomillo. Si se valida su efecto varroicida, a nivel de campo, podrían eventualmente ser incorporados en un programa de manejo integrado de la varroa.

⁴ Detalle de este procedimiento en la Tabla 19.

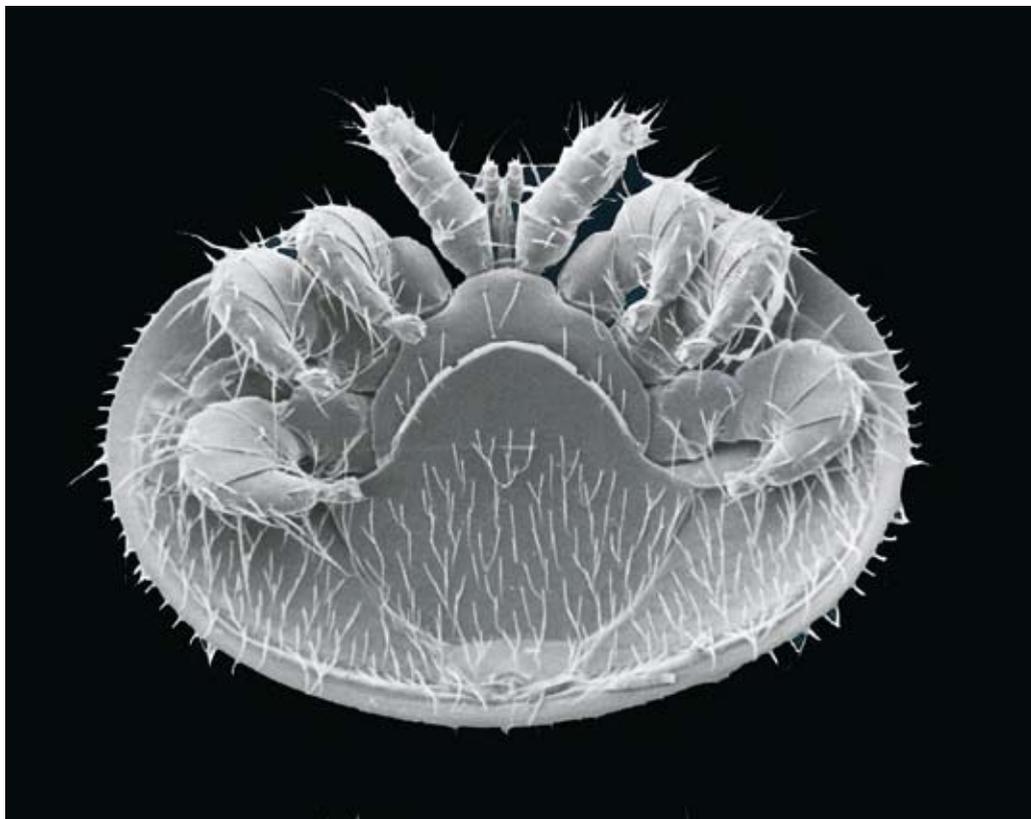
► 5. Desafíos y claves de la viabilidad de la innovación

La aparición de poblaciones de varroa resistentes a cualquiera de los productos autorizados actualmente por el SAG, tal como ya se ha observado, determina que no habrían alternativas únicas de tratamiento y, aún en el caso de no darse esta circunstancia, la posibilidad de establecer una rotación de materias activas en el tratamiento de la varroasis dentro de un sistema integral de control de la enfermedad resultaría muy complicada. Por esto es prioritario para el sector el desarrollo y validación de una nueva herramienta.

Teniendo presente los métodos de control utilizados actualmente por la mayoría de los apicultores en Chile y los riesgos que conllevan, se hace indispensable evaluar y validar productos existentes en el mercado nacional e internacional (posterior a su registro ante las autoridades competentes), de manera de dejarlos disponibles oficialmente para el sector apícola.

Para que esta propuesta sea un éxito, se deben considerar una serie de aspectos claves de la propia herramienta y de los agricultores, como los siguientes:

- **Pruebas de campo.** Es necesario evaluar el efecto varroicida de los productos en colmenas con un nivel de infestación mayor al utilizado en el proyecto, de manera de tener resultados concluyentes, que permitan asegurar la efectividad del tratamiento contra la varroa en un rango amplio de infestación. Durante estas pruebas se debe considerar la evaluación de distintas dosis y épocas de aplicación del producto.
- **Producto.** Este debiera estar disponible en una o más formulaciones y con estudios que respalden la eficiencia y eficacia del control de la varroasis.
- **Inocuidad.** El producto debe ser eficiente en el control de los ácaros e inocuo para las abejas y las personas.
- **Residuos.** Luego de su aplicación, no deben quedar residuos en la miel, ni en ninguno de los productos de la colmena, o bien estar presentes en trazas o cantidades mínimas no detectables y que no constituyan riesgo para los consumidores.
- **Registro.** El producto debe estar registrado en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y su uso debe estar autorizado por éste. Si la miel va ser exportada, también requiere la autorización del país de destino, como medicamento veterinario.
- **Resistencia.** El producto no debe generar resistencia.
- **Costo.** Debe ser de bajo costo, de manera que sea una herramienta verdaderamente competitiva.
- **Aplicación.** Debe ser fácilmente utilizable por el apicultor y no debe constituir riesgo para éste durante y posterior a la aplicación.
- **Hábitos de la colmena.** Debería tener una influencia positiva en la salud e higiene de la colonia y no debiera provocar problemas con agitación en las colmenas. Debe ponerse especial énfasis en evitar efectos dañinos sobre las abejas, tales como alteración en el reconocimiento y postura de la reina o mortalidad de abejas.
- **Sabor.** No debiera alterar el sabor de la miel.



CAVAMIBE

Claves de los usuarios

- *Condiciones de uso de la herramienta.*

- La aplicación debiera llevarse a cabo en la forma, dosis y época recomendada, de tal manera de no generar resistencias futuras, no aumentar el costo de la aplicación, ni generar residuos en la miel, cera, propóleo u otros productos.
- Se debe determinar previamente el nivel de daño económico de la plaga, de modo de contar con suficiente tiempo para iniciar las medidas de control y para que éstas tengan efecto antes de que se produzca el daño económico.
- Se debe realizar una evaluación del nivel de infestación, previo y posterior a la aplicación, de manera de evaluar su eficacia y la necesidad de realizar otra.
- Se deben llevar a cabo las medidas que se enmarcan en un manejo integrado de plagas, tales como realizar el monitoreo en forma adecuada, el control cuando sea necesario, los tratamientos con sustancias ambientales y toxicológicamente amigables, tomar las medidas que reduzcan el crecimiento de las poblaciones de parásitos y abordar la búsqueda de abejas tolerantes a los parásitos.
- Basar las decisiones de manejo en la información proporcionada por el monitoreo.
- Se debiera llevar a cabo un Plan zonal coordinado.

- **Características de la explotación.** No existirían limitaciones para la implementación de la herramienta, ni en cuanto al tamaño del apiar, o al tipo de apicultura (orgánica o convencional).
- **Plan de manejo sanitario.** Debiera incluir medidas preventivas como son colmenas fuertes, con excelente nutrición, ubicadas en lugares aptos, esto unido a monitoreos sanitarios que permitan seleccionar colmenas tolerantes a las distintas patologías, es decir, prevalecer éstas y desechar las que presenten mayor incidencia de enfermedades. Esto permitiría evitar aplicaciones de productos químicos en forma reiterada, menos aún químicos que no se han formulado para ser aplicados en las abejas o que se desconoce su composición u origen, que producen contaminación por residuos en miel y ceras.

▶ 6. Asuntos por resolver

Por tratarse de productos relacionados con aspectos sanitarios, el desarrollo y la investigación de estos es continua. De este modo, además de los desafíos ya planteados, hay otros asuntos que son importantes de resolver, tales como:

Aspectos técnicos

- Manejo adecuado de las colmenas, en términos sanitarios y nutricionales
- Desarrollar e implementar medidas activas de control, así como medidas pasivas con el fin de mitigar la incidencia de la enfermedad.
- Contar con una batería de productos que permitan implementar eficientemente programas de manejo integrado de la varroa
- Desarrollar y/o afinar nuevas alternativas de control, tales como el uso de hongos entomopatógenos.
- Realizar la transferencia tecnológica adecuada a los apicultores.
- Mejorar la trazabilidad de la producción
- Estandarizar manejos de las colmenas
- Explorar y seguir con atención los programas de mejoramiento genético orientados a la obtención de abejas resistentes a la varroa.

Aspectos comerciales

- **Registro del o los productos:**

Un medicamento registrado en el SAG asegura que se estudiaron los expedientes presentados por la empresa interesada, desde el punto de vista de su eficacia y seguridad en abejas; que se estudiaron las dosis y especialmente la carencia de estos productos que permite el posterior consumo de la miel, sin correr el riesgo de presencia de residuos; se evalúa su uso en abejas y se asegura su inocuidad tanto para las abejas como para quienes consumen la miel.

Con todo, es importante mencionar que, teniendo presente los métodos de control utilizados actualmente por la mayoría de los apicultores en Chile y los riesgos que conllevan, se hace indispensable evaluar y validar productos existentes en el mercado nacional e internacional y su posterior registro ante las autoridades competentes, de manera de dejarlos disponibles para el sector apícola. Además, se deben desarrollar y evaluar nuevos productos, eficientes en el control de la enfermedad, amigables con el medio ambiente, sin riesgos toxicológicos, que no generen residuos en la cera, ni en los demás productos de la colmena y a un costo competitivo.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

Al momento de la ejecución del proyecto, la varroasis era -y sigue siendo- el principal problema sanitario que afecta la apicultura mundial, no sólo por los efectos directos que ocasiona, sino también por su participación en la diseminación de otras enfermedades. La amenaza de la infestación de la abeja por varroa forzó a apicultores, en muchas partes del mundo, tratar a sus colonias con los acaricidas que acarrear desventajas, entre las más serias, la acumulación de residuos en productos de la abeja y el desarrollo de resistencia del ácaro.

Al año 2003 ya se había observado resistencia al fluvalinato, flumetrina, coumaphos, bromopropylate y chlordimeform y al amitraz. Muchos de estos agentes químicos generan, como consecuencia, una baja en la calidad del producto lo que se traduce en una devaluación del precio al momento de exportar y, en algunos casos, la devolución del producto cuando las concentraciones son superiores a los límites establecidos por los países importadores.

Las malas prácticas en el uso de productos acaricidas y/o antibióticos, como la aplicación de preparaciones artesanales con principios activos desconocidos, dosificaciones incorrectas y períodos de exposición más prolongados gatillaron el desarrollo de quimioresistencia a algunos productos.



Del total de las colonias existentes en Chile, al momento de ejecutar el proyecto, se estimó que un 95% de éstas presentaba algún grado de infestación, teniendo como resultado el debilitamiento o la muerte de la colmena. Respecto a su distribución, se encontraba casi en todo el territorio nacional, incluida la región de Los Lagos.

En base a esta información era necesario realizar tratamientos con acaricidas, con el objeto de controlar la acción del ácaro, ya que infestaciones sobre un 10%, comienzan a mermar la producción. Los tratamientos con acaricidas sintéticos usados reducían los tamaños poblacionales del ácaro, pero presentaban la desventaja de contaminar los productos de las colmenas. La presencia de estas sustancias no sólo pone en riesgo la continuidad del comercio de la miel, sino que también constituyen un riesgo para las abejas. Los productos de la colmena pueden contaminarse, en menor o mayor grado, de acuerdo a la naturaleza química de la sustancia con la que se está trabajando.

Estos productos químicos, utilizados en forma indiscriminada, provocan que un producto natural e inocuo, como la miel se convierta en un riesgo para la salud humana. Por lo tanto, quizás en un principio no se adviertan las consecuencias del incorrecto uso de sustancias químicas, pero a mediano plazo pueden ocasionar lo siguiente:

- resistencias de los principios activos utilizados,
- ineficacia de los productos que se utilizan,
- presencia de residuos en los productos apícolas,
- reducción en el precio del producto,
- prohibición en el ingreso de miel a países importadores,
- disminución en el rendimiento de las colmenas,
- pérdida completa de las colmenas,
- incremento de la difusión y de los niveles de ocurrencia de las enfermedades apícolas,
- y mayor dificultad en el control de las enfermedades con el paso del tiempo.

Estos antecedentes determinaron que debían diseñarse nuevos métodos de control de estos ácaros para disminuir las desventajas de los tratamientos químicos. Dado el carácter natural que los productos de las colmenas presentan y con el creciente desarrollo de la apicultura ecológica, se potenció la búsqueda de alternativas válidas a los tratamientos con acaricidas tradicionales, impulsando de esta forma la investigación en el uso de tratamientos naturales contra el parásito. Dentro de estos tratamientos, las posibles líneas de actuación eran la selección de razas resistentes y el empleo de terapias naturales, como el uso de aceites esenciales o algunos extractos.

La compleja situación sanitaria hizo que se instalara una sensación de impotencia en el sector apícola. El único tratamiento químico aprobado en el país contra la *Varroa* tenía un costo importante por colmena (alrededor de \$11.000), lo que lo hacía prácticamente inalcanzable para muchos apicultores, quienes recurrían a productos no autorizados para evitar la muerte de la colmena, con el consiguiente deterioro de la calidad y seguridad de sus productos. Había una suerte de desgaste continuo de acaricidas de síntesis. Si bien los productos naturales para el control de la varroasis constituyen realmente una alternativa, necesitan de un proceso de adaptación a la apicultura profesional.

Parte importante del proyecto precursor se llevó a cabo en San Javier, Región del Maule, zona apícola importante a nivel nacional, segunda en número de apicultores que concentra, luego de la Región del Bío Bío. Las actividades relacionadas con el desarrollo de los protocolos y productos se ejecutaron en Concepción, en dependencias de la empresa EST y de la Universidad de Concepción.

► 2. El proyecto

La iniciativa la desarrollaron la empresa Apícola Verkrusen y Cia. Ltda. y EST Ltda., como empresa asociada. Las actividades contempladas en el proyecto se realizaron en San Javier, Región del Maule; así como en Concepción, Región del Bío Bío, lugar donde se llevaron a cabo las actividades relacionadas con la microencapsulación y pruebas de laboratorio.

El proyecto tuvo como objetivo general desarrollar productos estandarizados, en base a aceite esencial de tomillo, para el control del ácaro varroa.

Los objetivos específicos del mismo fueron:

1. Realizar, a nivel de laboratorio, experimentos de microencapsulación de aceite esencial de tomillo, con el objetivo de producir la liberación controlada de su principio activo timol, en las condiciones de temperatura y humedad típicas de una colmena.
2. Escalar, a nivel piloto, al menos dos de los procesos (microencapsulación) que hayan producido mejores resultados a nivel de laboratorio.
3. Realizar ensayos de campo con los productos elaborados a nivel piloto.
4. Implementar una metodología simple de bioensayos, a nivel de laboratorio, para determinar la efectividad varroacida de los distintos productos microencapsulados elaborados y definir el conjunto de productos que serán probados en ensayos de campo.

2.1. Aspectos metodológicos

Obtención y análisis de aceites esenciales

Para la adquisición de aceite esencial de tomillo de calidad adecuada se solicitaron muestras y cotizaciones a proveedores publicitados en Internet, privilegiando los productos de menor costo. Se adquirieron aceites de la India e Inglaterra, sin embargo, debido a que el aceite importado no cumplía con las características deseadas, se adquirió, en forma adicional, aceite esencial en el país y además se procedió a evaluar algunas poblaciones de tomillo con el fin de identificar plantas de la calidad requerida. De este modo se evaluaron poblaciones y muestras de material vegetal, con el fin de identificar variedades y quemotipos existentes en Chile, para un futuro desarrollo de proveedores.

Microencapsulación

En la metodología original se consideraron dos alternativas de proceso de microencapsulación:

- Microencapsulación por atomización o secado spray.
- Microencapsulación por atrapamiento físico en un material polimérico (formación de geles).

La encapsulación por atrapamiento físico fue descartada al inicio de los experimentos, puesto que se comprobó que no era la adecuada para materiales altamente lipofílicos, como el aceite esencial. Sin embargo, se mantuvo como alternativa tecnológica para la encapsulación de timol sintético.

Para la encapsulación de aceites esenciales, se consideraron otras cuatro nuevas alternativas:

- Coacervación simple
- Coacervación simple con entrecruzamiento
- Coacervación compleja
- Coacervación compleja con entrecruzamiento

Cabe mencionar que durante la ejecución del proyecto se presentaron algunas dificultades metodológicas importantes de señalar, entre las que se encuentra la dificultad para adquirir aceite esencial de tomillo de calidad adecuada y al precio originalmente considerado en el presupuesto del proyecto. Esto implicó un retraso en la microencapsulación del aceite esencial, así como un retraso en la realización de los ensayos de campo.

Debido a esto se realizaron ensayos de encapsulación con timol sintético, los cuales no estaban programados originalmente, con el fin de desarrollar un producto alternativo. A su vez, los primeros ensayos de campo se llevaron a cabo con productos elaborados, en base a timol sintético, y sólo hubo productos microencapsulados disponibles para el segundo ensayo de campo. Por lo tanto, no fue posible realimentar la información obtenida, por lo que se contempló la realización de bioensayos.

Debido a que el aceite esencial de tomillo disponible no era apto, ni suficiente para realizar el segundo ensayo de campo, los ensayos de microencapsulación se realizaron con una de las fracciones recuperadas del material adquirido. El volumen de las fracciones recuperadas no era suficiente para realizar el ensayo de campo, tal como estaba programado, por lo que se decidió ensayar un solo tipo de producto microencapsulado en dos tipos de tratamientos distintos. El ensayo se realizó en condiciones reales de campo y no en condiciones estandarizadas. Además, se ensayaron otros tratamientos en base a timol sintético.

Escalamiento Piloto

Los protocolos seleccionados permitieron realizar el escalamiento de cada proceso en forma directa, aumentando la cantidad de material que se procesa y utilizando para ello equipos de mayor tamaño.

Como antecedente, se menciona que cada ensayo de microencapsulación a nivel de laboratorio permitía obtener alrededor de 20 gramos de producto y con un día de operación piloto se obtenían aprox. 50 gramos de producto, debido a la limitación en el volumen procesado que imponen las condiciones de operación determinadas como óptimas. La elaboración de producto piloto simplemente se extendió en el tiempo, hasta completar alrededor de 2 kg de producto.

Ensayos de campo

El primer ensayo de campo se realizó en la primavera 2004. Se utilizó timol sintético en aceite de oliva al 34%, puesto que el atraso en la adquisición del aceite esencial de tomillo no permitió tener los productos microencapsulados a tiempo para este ensayo.

El segundo ensayo de campo se realizó en marzo-abril 2005. Debido a la poca disponibilidad de aceite de tomillo, se seleccionó un solo tipo de producto microencapsulado. Con este producto se ensayaron dos tratamientos diferentes:

- Dosis equivalente a 8 gramos de timol, más dos repeticiones cada 8 días.
- Dosis equivalente a 12 gramos de timol, más una repetición a los 12 días.

Además, se ensayaron dos productos en base a timol sintético: timol en aceite al 34% y timol en gel al 20%. Para cada uno de estos productos se ensayaron los mismos dos tratamientos anteriormente descritos.

Los productos se ensayaron en colmenas orgánicas y con muy bajo nivel de infestación. El grado de infestación de las colmenas no se estandarizó, puesto que para ello era necesario aplicar productos no autorizados en apicultura orgánica.

En el ensayo de campo de primavera se aplicaron los siguientes procedimientos:

Selección de cajones: Dentro del apiario se eligieron aquellos cajones que presentaran mayor cantidad de varroa. La forma de selección fue a través de un diagnóstico inicial, el cual nos dio las 48 colmenas con mayor grado de infestación, de las 125 testeadas.

El diagnóstico se hizo de la siguiente forma:

Diagnóstico de obreras: De todos los cajones se eligieron entre 200 y 300 obreras, para ver el porcentaje de varroa presente en cada cajón, según el método de David de Jong o de lavado de abejas.

Diagnóstico de crías: similar al procedimiento anterior, de cada colmena se cortó un trozo del marco o bastidor donde se encontraba la cámara de crías, con el cual también se cuantificaban la cantidad de varroas existentes por colmena.

Ubicación de pisos trampa. Mediante este método, el cual tuvo una duración de 24 horas, también detectamos cuáles eran las colmenas más infestadas.

Luego de realizados los diagnósticos antes mencionados, se pudo verificar cuáles eran las colmenas con mayor grado de infestación.

De las 48 colmenas antes seleccionadas, se le aplicaron a 12 un testigo químico (Bayvarol); 12 fueron tratadas con timol en gel; 12 fueron tratadas con producto microencapsulado en polvo y las 12 restantes se dejaron como testigo en blanco.

El timol en gel se aplicó en bolsas de tela permeable selladas. A cada colmena se le aplicaron dosis equivalentes a 8 gramos de timol (80 gramos de gel, al 10% de timol), divididas en mitades. Una mitad se ubicó en la parte superior de la colmena y la otra en la parte inferior. Se cambiaron las bolsas con gel de timol, cada 8 días. Dichos cambios fueron efectuados 3 veces (totalizando 24 días).

El producto microencapsulado se aplicó adherido con vaselina a tiras de cartón que se colgaron de los marcos. Cada dosis de 40 gramos corresponde a 16 gramos de aceite esencial o 8 gramos de timol. Esto se adhirió a 6 tiras. Las dosis también se cambiaron cada 8 días.

En cada una de las colmenas seleccionadas se pusieron pisos trampa, los cuales fueron cambiados cada 24 horas y posteriormente revisados para ver la cantidad de varroas que iban cayendo en ese lapso de tiempo.

Bioensayos de actividad varroacida

Se solicitó una extensión del proyecto, con el fin de realizar, al menos, un ensayo de campo en primavera con productos microencapsulados. En esta extensión, se realizó un bioensayo de activi-

dad varroacida, implementándose a nivel de laboratorio, pero como no se obtuvieron resultados concluyentes, se implementó otro bioensayo de campo en colmenas.⁵

2.2. Resultados

Al término del proyecto se concluyó que se cumplió el objetivo general planteado, ya que se logró desarrollar una tecnología de microencapsulación de aceite esencial de tomillo, la cual se basó en el principio de coacervación compleja. Si bien se presentaron algunas dificultades en determinadas etapas del proyecto, así como en la metodología propuesta inicialmente, se lograron superar esos obstáculos, cumpliéndose con los objetivos contemplados en el proyecto precursor. Es así como se logró explorar distintas alternativas tecnológicas para la realización de este proceso de microencapsulación y su escalamiento piloto y se seleccionaron las mejores opciones posibles, desde el punto de vista del rendimiento y la eficiencia del proceso. Como complemento, se desarrolló una línea de productos, consistentes en geles, que actúan como dispositivos de liberación sostenida de timol sintético puro.

De este modo, los resultados obtenidos en el proyecto, según se describen en el propio documento, se mencionan a continuación:

- Se obtuvo, al menos, un producto elaborado en base a aceite de tomillo microencapsulado con buena liberación de principios activos en incubadora, es decir, a nivel de laboratorio.
- Se obtuvo un producto elaborado, en base a aceite de tomillo microencapsulado, a nivel piloto, y con buena liberación de principios activos en terreno. Además, éste tuvo un costo máximo del 75% del costo del producto químico autorizado por SAG y que a la fecha se encontraba en el mercado.
- En relación a los ensayos de campo, se definió un método de aplicación para al menos 85% efectividad para el rango de infestación estudiado. Sin embargo, se debe precisar que los resultados obtenidos no son concluyentes, debido a las dificultades que se presentaron al momento de realizar los ensayos, como el bajo nivel de infestación inicial de las colmenas.
- Los productos en base a timol y a aceite esencial de tomillo que fueron seleccionados para realizar el ensayo de campo probaron ser tan eficientes en el control de varroa como el testigo químico Bayvarol, en las condiciones específicas en que se desarrollaron los ensayos.

Es importante precisar que, a través del proyecto, se logró el desarrollo de procesos estandarizados que incluyen diferentes alternativas tecnológicas para la obtención de productos microencapsulados, en base a aceite esencial de tomillo y, en forma complementaria, en base a timol sintético. Efectivamente se logró elaborar un producto, a nivel piloto, según varias alternativas tecnológicas desarrolladas y se hicieron los cálculos de los costos de la producción piloto. Sin embargo, la posterior evaluación de los productos, obtenidos, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo, no arrojaron resultados concluyentes que permitan asegurar la efectividad del tratamiento contra la varroa en un rango amplio de infestación.

Observaciones de los autores del documento al proyecto precursor

Tal como se menciona en los alcances y desafíos de la herramienta, no todos los resultados obtenidos en el proyecto precursor parecen ser suficientemente empíricos, por lo que se requiere seguir

⁵ Nota de los autores: En el proyecto precursor no se describe con claridad la metodología utilizada en los bioensayos.

investigando en ciertos aspectos de la herramienta, sin embargo la evaluación de los resultados obtenidos, así como la metodología utilizada en el proyecto, no es materia de este documento.

► 3. Desarrollos posteriores

Con posterioridad al cierre del proyecto, las empresas vinculadas al proyecto no continuaron con el desarrollo de este tipo de producto, ni con otros relacionados con el tema apícola. No obstante, la empresa EST, relacionada con la Universidad de Concepción, ha continuado trabajando en la línea de desarrollo de productos en base a aceites esenciales para el control de otras plagas y enfermedades agrícolas.

No obstante, se han seguido realizando investigaciones y evaluaciones, a partir de proyectos de investigación y de tesis universitarias, las que han arrojado resultados diversos. Se han evaluado aceites esenciales de otras especies, como molle, y se han evaluado aplicaciones de ácido orgánicos y productos de origen sintético y natural.

Cabe mencionar que, en la búsqueda de nuevas formas de control, se está trabajando en la línea de desarrollo de un acaricida biológico para el manejo no contaminante de *Varroa destructor*, sobre la base de los hongos entomopatógenos nativos, con la consiguiente ventaja de contar con un germoplasma propio, adaptado a las condiciones de nuestro país y que no requiere los complejos procesos de internación que tienen los enemigos naturales provenientes de otros países.

Desde el punto de vista de los apicultores, o al menos de una parte importante de ellos, el control de la varroasis en Chile está, en cierto modo, resuelto (aunque equivocadamente), ya que la mayoría utiliza un producto que, a bajo costo, resulta eficiente en el control del ácaro y sin dejar residuos si se emplean dosis bajas. Sin embargo, es urgente desarrollar y/o validar nuevas alternativas de control que cumplan con las exigencias de calidad e inocuidad instauradas como tendencia mundial y que, a su vez, cumplan con los requisitos impuestos por las autoridades nacionales e internacionales, ya que en Chile no existe una amplia gama de productos para el control de este ácaro, como debería esperarse.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

Los resultados obtenidos a partir del proyecto precursor no permitieron obtener un producto lo suficientemente probado y que esté en condiciones de ser transferido a los productores, como una herramienta evaluada y validada para un control eficiente de la varroa. Sin embargo, dieron luces importantes respecto de la microencapsulación de sustancias como el timol, lo que puede tener aplicaciones de interés para el desarrollo de productos que puedan ser utilizados en el control de plagas y enfermedades agrícolas.

Por otra parte, la experiencia generada a partir del desarrollo del proyecto, permitió advertir la dificultad para el abastecimiento del timol a partir del tomillo, dentro del país, lo que plantea la necesidad de explorar en el cultivo de las variedades de tomillo adecuadas, especialmente en relación a variedades que presenten altas concentraciones de timol y altos rendimientos.

De igual forma, es importante destacar que esta herramienta no sería de uso exclusivo de apicultores orgánicos, ni se plantea como la única estrategia para el control de la varroa, sino más bien debe ser entendida e incorporada en un plan de manejo integral, que puede incluir el uso de



otros productos de origen sintético, natural y/o aceites orgánicos. Además, es muy relevante contar con un plan de manejo que considere las medidas preventivas, como mantener las colmenas fuertes, con excelente nutrición, ubicadas en lugares aptos y esto unido a monitoreos sanitarios que permitan seleccionar colmenas tolerantes a las distintas patologías.

Debido al creciente interés por disponer de alternativas eficientes de control de la varroasis que estén registrados y autorizados por las autoridades pertinentes, sería recomendable continuar con investigaciones en esta línea, ya que actualmente no se cuenta con un producto que cumpla con estas exigencias, y puesto que los registrados ya han generado resistencia.

Así, encontrar una herramienta eficaz para la varroasis es de suma importancia si se considera que actualmente en Chile se encuentra en una situación de control cuestionable, al utilizar, mayoritariamente, un producto no autorizado para abejas, cuyo ingrediente activo es el coumaphos. Debido a su buena eficacia en el control de varroas, a su bajo precio y a la relativamente sencilla forma de administrar, el apicultor adaptó su uso para abejas. Sin embargo, el coumaphos es un fosforado y, como todos ellos, presenta un alto riesgo para el consumo humano. Además es altamente residual.

El uso sistemático de productos químicos sintéticos, especialmente cuando no son respetadas las dosificaciones establecidas o se utilizan tratamientos artesanales, en lugar de los correspondientes medicamentos, tiene importantes repercusiones. Por una parte, la aparición de residuos de las mismas o de sus metabolitos en los diferentes productos de la colmena. Y, por otra, la selección de poblaciones del ácaro resistentes a estas moléculas.

Anexos

Anexo 1. Información económica y estadísticas

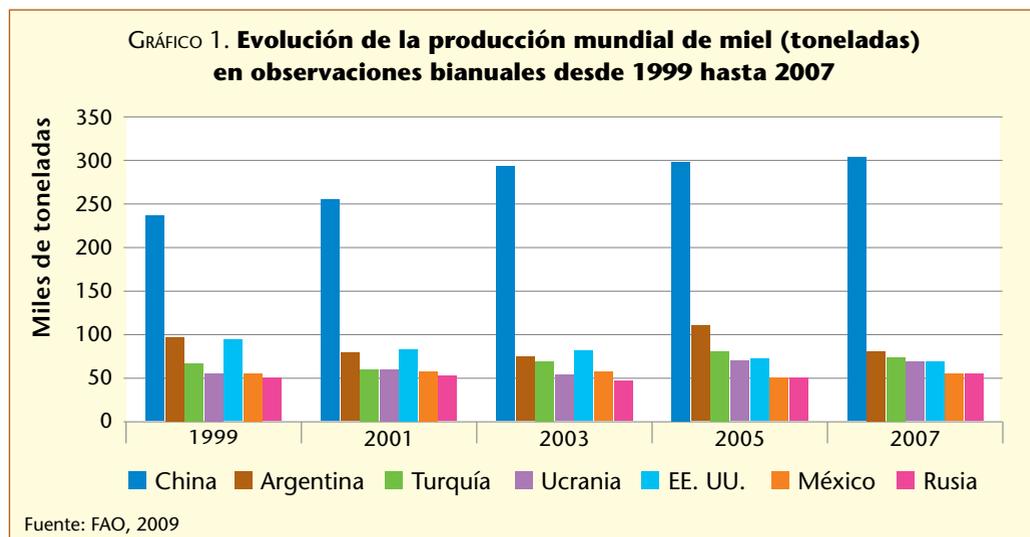
Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Información económica y estadísticas

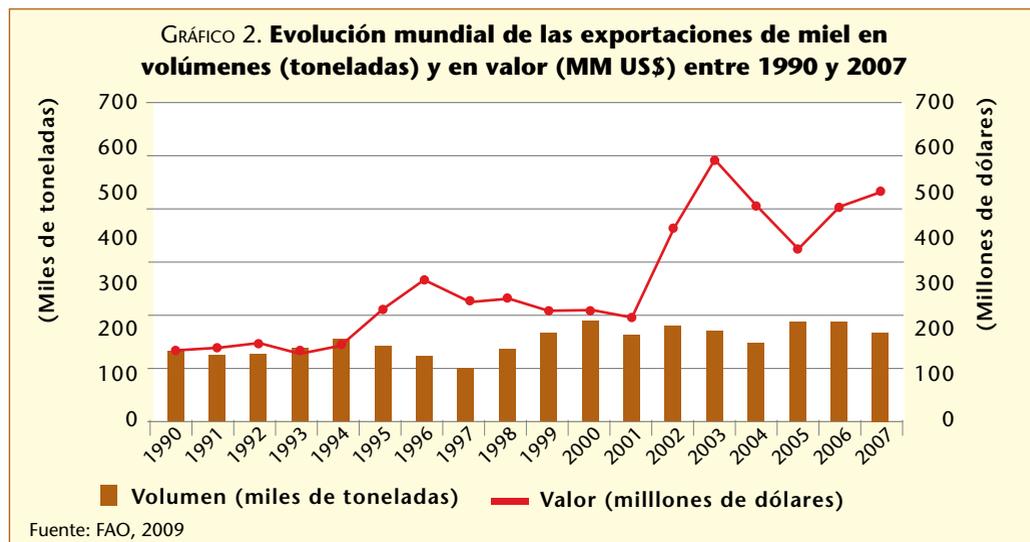
Producción Mundial

La producción global de miel, principal producto de la colmena, muestra un crecimiento en las últimas décadas, alcanzando 1,4 millones de toneladas producidas en el año 2007. Para el mismo año, China lideraba con un 22% de la producción mundial, seguido de Argentina (6%), Turquía (5%), Ucrania (5%), Estados Unidos (5%), México (4%) y Rusia (4%), los que en conjunto son responsables de más de la mitad de la producción mundial.



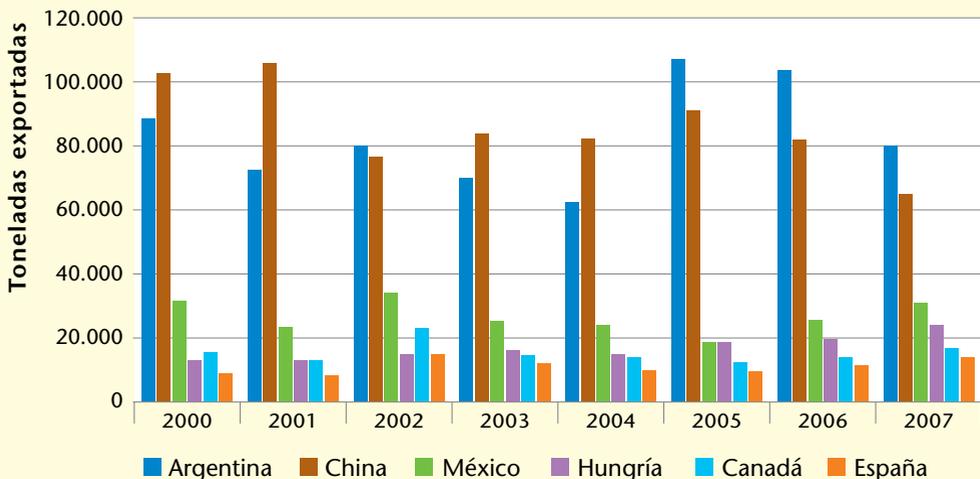
Intercambio Comercial

Las exportaciones de miel en el mundo, si bien han aumentado en las últimas décadas, no son tan significativas como el valor de las exportaciones (millones de dólares), las que han aumentado sostenidamente desde 1995, con un curva impresionante en la última década (2002 en adelante).



A nivel de intercambio comercial, Argentina y China son los principales exportadores mundiales. En el 2007, último año registrado en FAO,⁶ 267 mil toneladas (19% de la producción mundial) fueron exportadas: Argentina (30%) y China (24%) juntos superaron la mitad de la oferta mundial, seguidos por México, Hungría, Canadá y España.

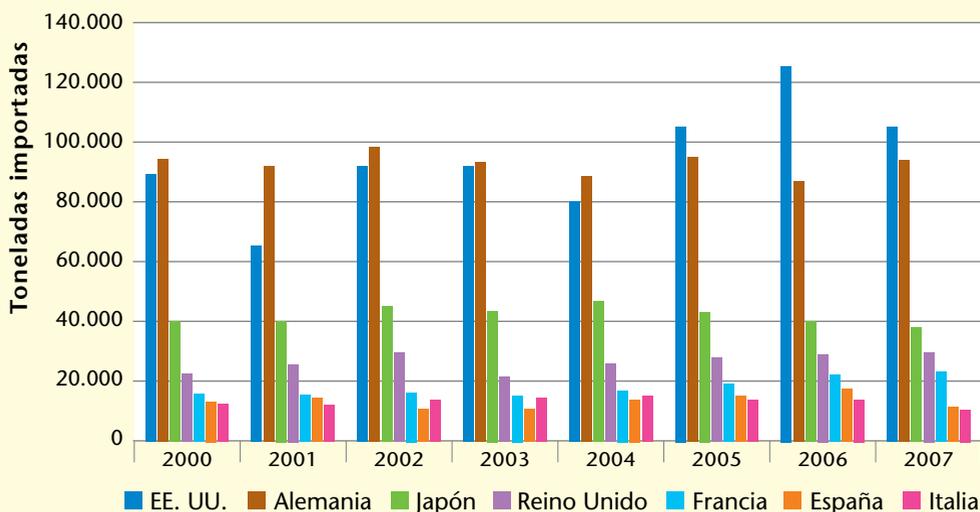
GRÁFICO 3. Evolución de las exportaciones mundiales de miel (toneladas) 2000-2007



Fuente: FAO, 2009

Los principales países importadores son Estados Unidos y Alemania, seguidos por Japón, Reino Unido, Francia, España e Italia.

GRÁFICO 4. Evolución de las importaciones mundiales de miel (toneladas) 2000-2007



Fuente: FAO, 2009

La mayor parte de las mieles transadas son comercializadas a granel siendo, en general, los propios países importadores quienes realizan las mezclas y envasado del producto, observándose

⁶ Último registro actualizado de FAO el año 2007.

CIFRAS DE LA MIEL EN EL MUNDO

Producción mundial:

- 1,4 millones de toneladas
- 15% crecimiento periodo 2000-2006
- Principales países: China (22% de la producción mundial), Argentina, Turquía, Ucrania, Estados Unidos.
- 72, 6 millones de colmenas

Comercio mundial:

- 440 mil toneladas
- US\$ 750-950 millones
- Tasa anual de crecimiento de las exportaciones (valor):
 - 1994-2004: 10%
 - 1999-2004: 15%
- Principales exportadores: Argentina, China, México, otros.
- Principales importadores: Estados Unidos, Alemania, Japón, Reino Unido y Francia.

Fuentes:

Comercio internacional apícola y avances intercensales. Daniel Barrera. ODEPA. Julio 2009.
Documento de Síntesis del “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”. Centro Nacional Desarrollo Apícola. 2006.

fuerzas monopolios en los canales de distribución. Alemania, Estados Unidos, Japón, Reino Unido y Francia corresponden a los principales países importadores, controlando más del 60% de la miel comercializada internacionalmente.

Los actuales hábitos de consumo tienden a lo natural y saludable, donde estas características constituyen una variable cada vez más apreciada por los consumidores, y donde lo inocuo y seguro se coloca como una exigencia inevitable. Estos nuevos patrones de consumo explican también la demanda emergente por otros productos de la colmena, tales como los propóleos, polen, jalea real y apitoxina. Si bien actualmente no se dispone de estadísticas mundiales y nacionales que permitan cuantificar la evolución productiva y comercial de estos productos, se puede afirmar que éstos empiezan a emerger promisoriamente, constituyendo operaciones comerciales de mayor retorno. Se estima que actualmente el comercio mundial de estos productos representa, en valor, un poco menos del 1% de los montos transados en mieles.

Breve caracterización de la industria nacional

La cadena apícola nacional se organiza en base a cinco grandes funciones: la provisión de insumos y materiales; la producción de miel y otros productos de la colmena; el acopio de los productos; la agregación de valor y la comercialización.

En esta cadena es muy frecuente que un mismo actor cumpla más de una función, revelando un escaso nivel de especialización de los agentes. Los proveedores de insumos proporcionan el material biológico (núcleo), la maquinaria, así como los materiales e insumos necesarios para producir. Generalmente, el material biológico y parte del material inerte (cajones) es abastecido por los propios apicultores, existiendo algunos de ellos con mayor especialización en la materia. Los proveedores de maquinaria y equipamiento -algunos exportadores de miel cumplen esta función- son pocos y ofrecen una gama acotada de artículos.

Los apicultores son mayoritariamente pequeños productores artesanales, amateur, que tienen en promedio 100 colmenas. Si bien no se dispone de cifras actualizadas y el último Censo Agro-

pecuario de 2007 registra casi 11.000 apicultores, recientes trabajos validados por informantes calificados estiman que el número actual de apicultores comerciales, es decir que sostienen económicamente la cadena, se sitúa en alrededor de 5.000 productores y que la cantidad de colmenas está constituido por 420.000 y 450.000 colmenas.

Este grupo es disperso geográficamente y heterogéneo productivamente. En efecto, los apicultores se distribuyen desde la II hasta la XI región, con una mayor concentración entre las VII y X. Desde un punto de vista productivo, se observa una gran variabilidad de escala, con un número de colmenas por apicultor que oscila entre 5-10 colmenas, hasta más de 5.000 colmenas, pudiendo clasificarse en apicultores artesanales, con un máximo de 150 colmenas; medianos apicultores, entre 150-1.000 colmenas, y los grandes apicultores, con más de 1.000 unidades.

TABLA 1. Evolución de la apicultura chilena en el periodo 1997-2007

Tipo	1997			2007		
	Explotaciones	Colmenas	Tenencia	Explotaciones	Colmenas	Tenencia
Mujer	2.027	28.274	14	2.420	79.643	33
Hombre	11.215	214.437	19	7.211	269.731	37
Persona jurídica	1.520	94.745	62	892	105.115	118
Total	14.762	337.456	95	10.523	454.489	188

Fuente: Odepa con datos de los Censos Silvoagropecuarios VI y VII.

En la tabla 1 se puede apreciar una comparación entre los censos silvoagropecuario VI y VII. A nivel agregado las explotaciones han disminuido en 29% entre 1997 y 2007, año en que se realizaron 10.523. Sin embargo, en ese mismo período, el número de colmenas muestra un incremento de casi 35%, llegando a 454.489, como resultado de un importante crecimiento en el tamaño promedio de las explotaciones.

El desarrollo tecnológico es, en promedio, de regular a bajo, con un número muy acotado de apicultores innovadores que exhiben altos niveles tecnológicos. En este contexto, los rendimientos de miel varían entre 10 a más de 70 kg por colmena, con un promedio nacional que se sitúa en los 25 kg/colmena.

Situación actual del negocio apícola en Chile

En Chile, los dos principales ejes de sustentación económica de la apicultura son la producción de miel y la polinización. Sin embargo, la industria apícola nacional actual se está diversificando en forma creciente, incorporando otros productos como el polen, propóleos, producción de reinas y apitoxina. El Chile apícola se divide entonces en dos grandes zonas geográficas: El Centro Norte (IV hasta VII Región), donde la actividad principal es la polinización y la producción de miel constituye un complemento y el Centro Sur (VIII a XI Región) que se orienta principalmente a la producción de miel, con una incorporación reciente de servicios de polinización para los frutales mayores y menores, así como para otros cultivos emergentes de la zona.

De acuerdo al “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”, elaborado por el Centro Nacional Desarrollo Apícola (año 2006), globalmente, se estima que la cadena genera una cifra de negocios de US\$ 23 a 43 millones, donde la miel -con una producción nacional de 7 a 11 mil toneladas- y los otros productos de la colmena aportan cerca de dos tercios y los servicios de polinización el otro tercio.

La industria apícola chilena ha dado importantes pasos durante los últimos años. Por un lado, se observa una clara diversificación del consumo de los productos apícolas donde se observa una creciente preferencia por las mieles diferenciadas y otros productos de la colmena con fines medi-

cinales, junto con el incremento de los volúmenes totales consumidos. Por otra parte, muestra una fuerte expansión de su actividad exportadora, en la que se acrecientan fuertemente las exigencias de inocuidad y calidad de los productos avícolas. A su vez, ha cobrado importancia la exportación de material vivo, en especial abejas reinas y paquetes de abejas.

El Registro de Apicultores de Miel de Exportación (RAMEX), implementado por el SAG, tiene inscritos, a octubre del 2008, 4.454 apicultores, distribuidos por regiones del país, según muestra la Tabla 2. El Registro de Establecimientos Exportadores de Miel (REEM) ha alcanzado 25 establecimientos, a través de los cuales se puede enviar miel a los mercados de destino. La Región del Bío Bío concentra el mayor número de apicultores y la Región Metropolitana, a las exportadoras.

TABLA 2. Apicultores inscritos en RAMEX y establecimientos REEM a octubre 2008

Región	Nº apicultores RAMEX	Exportadores REEM
Tarapacá	1	0
Atacama	2	0
Coquimbo	120	2
Valparaíso	199	2
Metropolitana	437	6
O'Higgins	579	5
Maule	1.043	4
Bío Bío	1.327	3
Araucanía	439	0
Los Ríos	190	0
Los Lagos	92	3
Aysén	25	0
Total	4.454	25

Fuente: Sipeg-SAG

En Chile existen criaderos de reinas que han generalizado la formación y venta de núcleos, los que cuentan con una excelente calidad genética gracias a los programas de mantenimiento y desarrollo de líneas a través de inseminación artificial. Esto ha impulsado de manera interesante la exportación de material vivo consolidando la incorporación de nuevos mercados, como Canadá y Francia.

Estas tendencias configuran un escenario alentador, pero también complejo para el sector apícola chileno, pues representan un aumento de exigencias de calidad y trazabilidad que deberán ser enfrentados por los productores nacionales de manera urgente.

El mercado de la miel chilena

Más del 80% de la miel producida en el país se exporta y casi la totalidad de los envíos (más del 95%) se realizan a granel. Los mercados de destino son reducidos, siendo el principal Alemania, país que concentra más del 70% de las exportaciones chilenas.

Las exportaciones totales de miel de Chile durante el año 2008 totalizaron 10.336 toneladas, valuadas en US\$ 29,8 millones, lo que representa un crecimiento de 133% en valor y 41,3% en volumen, respecto a las operaciones en 2007. El precio unitario medio de US\$ 2,88/kg FOB es el mayor promedio anual de los últimos diez años (Tabla 3).

Respecto de la evolución de los destinos de las exportaciones de mieles chilenas en las últimas temporadas, el cambio más significativo lo presenta el mercado de EE.UU., país que compró el

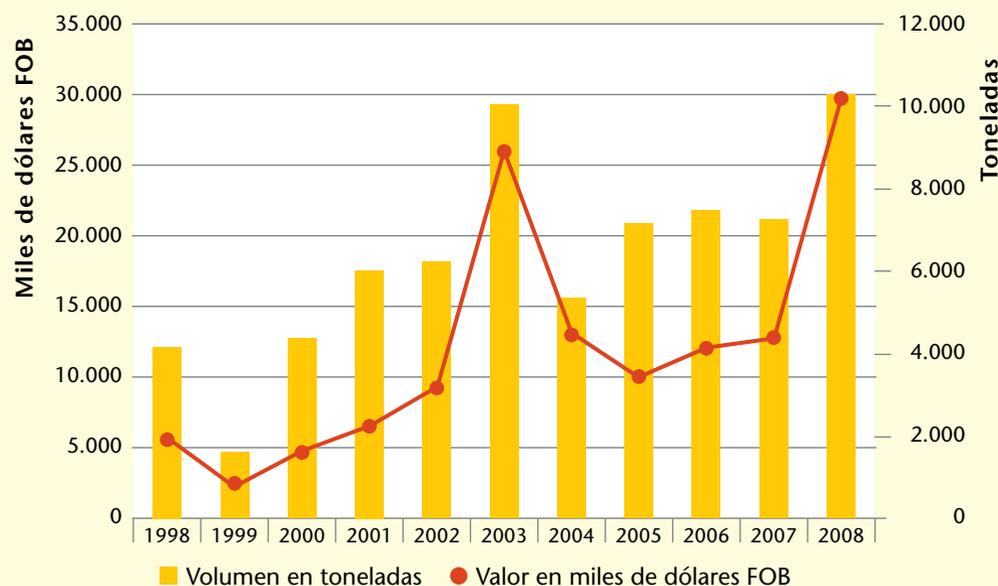
45% del volumen de miel exportado por Chile en las temporadas 2002 y 2003, pasando a importar sólo 15-16% de los envíos chilenos en el año 2008. Lo inverso ha ocurrido con las exportaciones hacia Alemania, país que, a través de los años, ha pasado a ser el destino más importante para la miel chilena, seguido de Reino Unido y Francia.

Tabla 3. **Exportaciones de miel en el periodo 2000-2009 (US\$)**

Año	Granel (US\$)	Granel diferenciada (US\$)	Fraccionada (US\$)	US\$/Kg FOB
2000	4.116.381	664.314	30.358	1,1
2001	5.996.280	439.131	43.347	1,1
2002	8.382.106	895.726	40.037	1,5
2003	20.186.107	5.592.805	37.911	2,6
2004	11.856.450	1.229.603	21.056	2,4
2005	9.478.306	442.535	59.990	1,4
2006	9.312.505	2.669.549	109.933	1,6
2007	10.468.122	2.202.756	106.266	1,75
2008	26.380.397	3.286.418	107.760	2,9
2009	14.778.661	3.097.986	112.500	2,87

Fuente: ODEPA con datos del Servicio Nacional de Aduanas

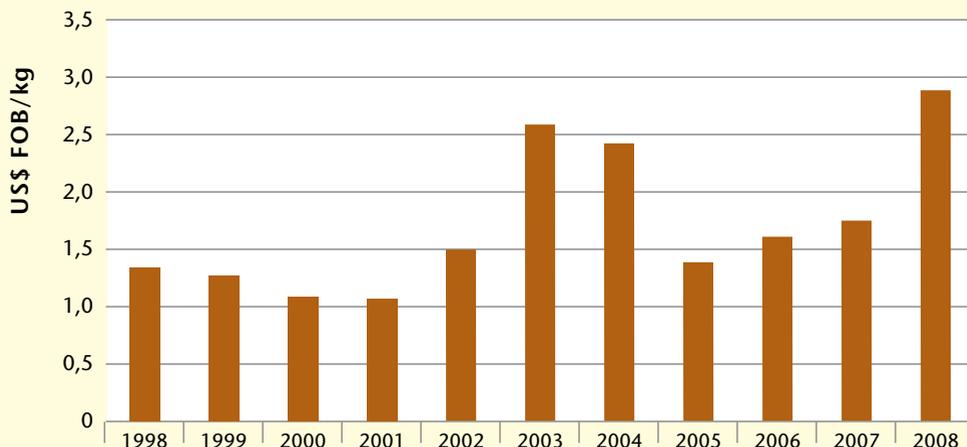
Gráfico 5. **Exportación de miel chilena en volumen (toneladas) y en valor (miles de US\$ FOB), entre 1998 y 2008.**



Fuente: Odepa con antecedentes del Servicio Nacional de Aduanas

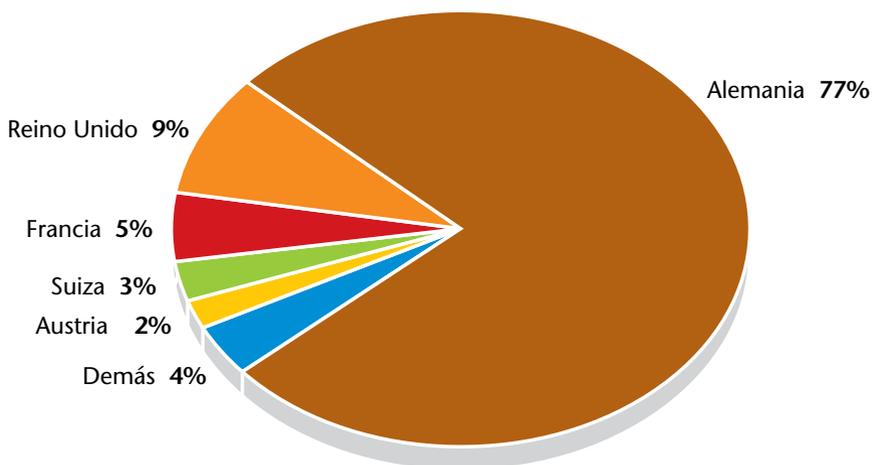
El principal destino en 2008 fue Alemania, con 77,2% de participación de mercado y un precio unitario de US\$ 2,86/kg. En segundo lugar se posicionó el Reino Unido, con 8,8% y un precio de US\$ 2,96/kg. Francia ocupó el tercer lugar, con una participación de 4,9% y un precio de US\$ 2,81/ kg. En cuarto lugar se ubicó Suiza, con 3,3% y un precio unitario de US\$ 2,68 por kg, y en el quinto lugar Austria, con 1,6% de participación y un valor unitario de US\$ 3,17/kg.

GRÁFICO 6. Evolución de los precios de la miel chilena (US\$/ Kg FOB)



Fuente: Odepa con antecedentes del Servicio Nacional de Aduanas

GRÁFICO 7. Destinos de la exportación de miel chilena (año 2008)



Fuente: Odepa con antecedentes del Servicio Nacional de Aduanas

El Reino Unido, que no aparecía significativamente representado entre 2002 y 2004, en 2008 concentró el 9% de los envíos nacionales, superando a otros países de la Unión Europea que históricamente han comprado una proporción mayor. Lo anterior configura un escenario donde el 99% de las exportaciones nacionales tiene como destino la UE, mercado altamente exigente y donde es necesaria la certificación de establecimientos exportadores por parte del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

En las exportaciones de miel en el año 2008 participaron 23 empresas, de las cuales 4 exportaron por un valor equivalente a 80% de los retornos. El precio medio obtenido en 2008 se aproximó a US\$ 2,88 por kilo de miel. El mejor precio promedio correspondió al mercado de Singapur (US\$ 16/ kg), pero se trata de pequeñas partidas de miel orgánica.

Según cifras del Servicio Nacional de Aduanas, hasta mayo del año 2009 las exportaciones chilenas de miel totalizaron 7.432 toneladas, por un valor de US\$ 1,5 millones, lo que representa un crecimiento de 30,8% en valor y 23% en volumen respecto al mismo período de 2008. El precio unitario fue de US\$ 2,9/kg.

Al segmentar por formato o envase y tipo, gran parte de los envíos corresponden a miel a granel, sin diferenciación, en tambores de 300 kg. Las exportaciones diferenciadas con valor agregado representan menos del 1% de los montos transados.

TABLA 4. **Exportaciones de miel en 2007, por tipo de producto.**

Tipo de producto	Envase	Valor FOB (US\$)	Volumen (KG)	US\$/Kg
Miel a granel, sin diferenciación	Tambor (300 Kg)	10.468.122	6.171.539	1,7
Miel a granel diferenciada (orgánica, monofloral)	Tambor (300 Kg)	2.202.756	1.127.617	1,9
Otros tipos de miel	Fraccionada	106.266	17.113	6,2
Total		12.777.144	7.316.269	1,75

Fuente: ODEPA, con información del Servicio Nacional de Aduanas, Noviembre 2008.

Es importante señalar que el aumento de las exportaciones de miel chilena se ha debido, según señala el informe del “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”,⁷ a la combinación de dos factores: el retroceso de la oferta de los principales proveedores mundiales y los niveles de calidad exhibidos por la miel chilena, que le ha dado ventajas comparativas para ocupar nuevos espacios de mercado.

Respecto a los aranceles, como resultado de los acuerdos de libre comercio firmados por Chile, la miel chilena tiene un trato preferencial en algunos mercados. Es así como en la UE paga una tarifa de 6,4%, con una dinámica desgravatoria hasta 2010 y una clara ventaja frente al pago de 17,3% de sus competidores.

En otros mercados, como EE.UU. y México, tiene arancel 0% de entrada.

No obstante, estas ventajas pueden ir perdiendo efecto en alguna medida, debido a la reciente alerta sanitaria que notificó la detección de antibióticos (sulfonamida) en mieles chilenas exportadas a Italia, lo que empaña la imagen de inocuidad y calidad que éstas habían logrado generar en los mercados externos. Además, la recuperación y reinserción en los mercados mundiales de China y Argentina, junto con la emergencia de nuevos competidores como Brasil, India y Vietnam genera un claro escenario de mayor competencia para Chile. Situaciones como las descritas obligan a plantearse una estrategia productiva y comercial que las contrarreste.

En lo que concierne a los otros productos de la colmena, no se dispone de estadísticas a nivel nacional que permitan cuantificar su evolución. Sin embargo, informaciones a nivel de fuentes de industria (asesores consultados, ver agradecimientos) revelan la existencia de exportaciones de polen, propóleos y material vivo, que se estiman en alrededor de los US\$ 100 a 200 mil.

⁷ CENTRO NACIONAL DESARROLLO APÍCOLA. 2006. Documento de Síntesis del “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”.

TABLA 5. Valor de las exportaciones de miel de Chile, por empresa

Nombre de la Empresa	US\$ FOB	Participación (%)
J.P.M. Exportaciones Ltda.	7.604.612	27%
Sociedad de Inversiones Carmencita Ltda.	7.100.104	25%
Lica-Ray Export S.A.	5.114.984	18%
Apicoop Ltda.	2.680.150	9%
Comercial Bio Frut Ltda.	2.165.714	8%
Agro-Prodex Internacional S.A.	1.211.379	4%
Bee products Chile S.A.	1.076.635	4%
Eduardo Cuadra Rajceвич	862.188	3%
Agroapícola Pacífico Sur S.A.	135.364	0%
Cooperativa Campesina Esperanza campesina Ltda.	115.452	0%
Gastón E. Sylvester Palma	109.841	0%
Kochi S.A.	70.256	0%
Inmobiliaria, Inversiones y Asesorías Los Leones Ltda.	64.049	0%
Carlos Claudio Droguett Valdovinos	55.372	0%
Midesa S.A.C.	13.550	0%
Lan Airlines S.A.	9.397	0%
Alimentos Osku S.A.	7.152	0%
Laboratorios Coesam S.A.	3.570	0%
Colmenares Santa Inés S.A.	1.767	0%
Distribuidora Adelco Punta Arenas Ltda.	332	0%
Empresas Carozzi S.A.	246	0%
Procesadora de Mariscos Pacimar LTDA.	79	0%
Sociedad Comercial e Inversiones Galicia S.A.	39	0%
Total	28.402.234	100%

Fuente: Odepa con datos del Servicio Nacional de Aduanas

TABLA 6. Exportaciones de miel a septiembre de 2008, por región

Región	US\$ FOB	Participación %
Metropolitana	16.274.800	57,3
Libertador Bernardo O`Higgins	5.896.859	20,8
Bío Bío	2.677.770	9,4
Valparaíso	1.107.962	3,9
Los Ríos/ Los Lagos	920.554	3,2
Maule	887.767	3,1
Mercadería extranjera nacionalizada	327.856	1,2
Atacama	252.923	0,9
Araucanía	55.372	0,2
Magallanes	371	0
Total general	28.402.234	100

Fuente: Odepa con datos del Servicio Nacional de Aduanas

Mercado interno

La información disponible que permita dimensionar el consumo interno de miel, que proporcione elementos de evolución y tendencia es escasa. Algunos estudios (Barrera: 2009) hacen referencia a que el consumo interno de miel bordea las 1.400 toneladas, lo cual representa menos del 10% de la producción nacional. Un 65% del consumo interno se comercializaría a través de canales formales, con una participación mayoritaria de los Supermercados (480 toneladas), seguida de la

industria de alimentos, farmacéutica y cosmética (390 toneladas), y una participación muy discreta de las tiendas gourmet (30 toneladas). El otro tercio del consumo interno se canalizaría a través de ventas informales, con transacciones directas o indirectas entre productor y consumidor.

Chile presenta una serie de características que lo distinguen positivamente de otros países productores, como el clima, la diversidad de especies melíferas, con alta presencia de flora endémica, de larga temporada de floración y con un resguardo fitosanitario, dado por las barreras naturales existentes. Todas estas condiciones potencian la producción de mieles diferenciadas y otros productos de la colmena con atributos de muy alta calidad nutritiva, organoléptica y medicinal. Adicionalmente, el clima mediterráneo permite obtener mieles con bajo porcentaje de humedad, característica que facilita mantener el aroma y el sabor.

Sin embargo, se ha producido un incremento de las enfermedades apícolas y niveles de contaminación de los productos apícolas, originadas principalmente por el ingreso al país de la varroa (1992), acariosis (2000) y Loque Americana (2005), lo que ha generado mayores dificultades en el control de las enfermedades y ha impactado negativamente en la inocuidad de los productos apícolas.

Oportunidades y desafíos de la Industria

En la Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile (2006) se identifican debilidades y fortalezas de la industria:

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • País y sector con trayectoria y experiencia exportadora • Potencial de crecimiento para la miel y otros productos de la colmena y servicios de polinización • Potencial de productividad, calidad y oportunidad de los productos apícolas • Patrimonio sanitario y genético controlable • Energía Asociativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de las enfermedades apícolas y niveles de contaminación de los productos apícolas • Déficit de regulación de la actividad • Déficit de profesionalización y especialización en todos los eslabones de la cadena • Bajo y heterogéneo desarrollo tecnológico • Bajo desarrollo comercial • Bajo nivel de articulación privado-pública • Deterioro del soporte

Fuente: Documento de Síntesis del “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”, 2006

El mismo documento declara los 6 pilares de la línea estratégica:

- Una oferta exportable de mieles inocuas crecientemente diferenciadas: Ello implica, como primera condición, lograr una producción **totalmente inocua** y de calidad.
- Un consumo interno de miel y otros productos de la colmena ampliado y perfeccionado.
- Una gama expandida de productos y servicios complementarios y nuevos usos.
- Un servicio de polinización crecientemente profesionalizado.
- La apicultura reconocida como actividad que aporta a la preservación del patrimonio natural.
- El sector apícola organizado, articulado y regulado.

Con todo, se puede decir que la industria apícola nacional se enfrenta a un escenario interesante de expansión y de auspiciosas oportunidades, pero que requiere de importantes desafíos que enfrentar. Entre estos se consignan:

1. Aumentar el nivel profesional y tecnológico de los apicultores tradicionales.
2. Mejorar la trazabilidad de la producción.
3. Estandarizar los manejos y que estos se ajusten a las exigencias sanitarias de los países demandantes.

TABLA 7. Ingresos en pesos - Productor apícola de 1000 colmenas

Producción miel por colmena 20 kilos

PRODUCCIÓN ANUAL E INGRESOS

Labores	Unidad	Numero	\$ / Colmena	\$ / Plantel
Polinización		2.400	10.000	24.000.000
Miel	kilos	20	30.000	30.000.000
Cera	kilos	0,5	1.250	1.250.000
Polen	kilos	5	12.500	12.500.000
Propóleo	kilos	0,100	2.000	2.000.000
Núcleo	1	0,5	12.500	6.250.000
TOTAL			68.250	76.000.000

Colmenas	1.000
Miel \$/kilo	1.500
Cera \$/kilo	2.500
Polen \$/kilo	2.500
Propóleo \$/kilo	20.000
Núcleo	25.000

Polinización: se asume el arriendo de 800 colmenas a \$10.000 por colmena, por mes, por 3 meses

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 8. Ingresos en pesos - Productor apícola de 100 colmenas

Producción miel por colmena 20 kilos

PRODUCCIÓN ANUAL E INGRESOS

Labores	Unidad	Numero	\$ / Colmena	\$ / Plantel
Polinización		240	10.000	2.400.000
Miel	kilos	20	30.000	3.000.000
Cera	kilos	0,5	1.250	125.000
Polen	kilos	5	12.500	1.250.000
Propóleo	kilos	0,100	2.000	200.000
Núcleo	1	0,5	12.500	6.250.000
TOTAL			68.250	13.225.000

Colmenas	100
Miel \$/kilo	1.500
Cera \$/kilo	2.500
Polen \$/kilo	2.500
Propóleo \$/kilo	20.000
Núcleo	25.000

Polinización: se asume el arriendo de 80 colmenas a \$10.000 por colmena, por mes, por 3 meses

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 9. **Costos producción (\$) apiario de 1000 colmenas en la Zona Central**

Item	Año 0	Año 1 a 10
Personal	5.680.000	5.680.000
Secretaria	1.920.000	1.920.000
Mano Obra Manejo general	3.360.000	3.360.000
Mano Obra Cosecha	0	0
Asesoría técnica	400.000	400.000
Insumos	21.900.000	21.900.000
Control Nosemosis	0	0
Control varroa	600.000	600.000
Arriendo sitio ubicación colmenas	4.500.000	4.500.000
Traslado colmenas	15.000.000	15.000.000
Reposición Reinas	1.800.000	1.800.000
Sub total	27.580.000	27.580.000
Gastos generales (30%)	8.274.000	8.274.000
Subtotal costos producción (\$)	35.854.000	35.854.000
Servicio extracción/proceso	4.500.000	4.500.000
Total Costos Producción (\$)	40.354.000	40.354.000

\$ JH cosecha	7.000
Colmenas	1.000

Secretaria : permanente

Manejo general: 1 persona permanente

Asesoría técnica: 4 visitas por temporada a \$100000

Control Nosemosis: 3 tmt por temporada en la zona sur, no requiere control en la zona central

Control varroa: 1 tmt por temporada

Arriendo sitio: por lo general 3 a 4 meses en el sur

Traslado colmenas al sur: 8 a 10 kg miel/ colmena

Tambores : los provee la exportadora

Reposición de reinas: 4 kg miel. Se calcula reposición del 30% anual.

Gastos generales : mantención, reparación, energía, combustible

Servicio extracción /proceso : 15% de la producción de miel

Nota: gastos generales se consideraron un 30% del costo total de producción debido a que el item combustible tiene una alta incidencia

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 10. Costos producción apiario de 100 colmenas en la Zona Central

Item	Año 0	Año 1 a 10
Personal	4.000.000	4.000.000
Secretaria	1.920.000	1.920.000
Mano Obra Manejo general	1.680.000	1.680.000
Mano Obra Cosecha	0	0
Asesoría técnica	400.000	400.000
Insumos	2.190.000	2.190.000
Control Nosemosis	0	0
Control varroa	60.000	60.000
Arriendo sitio ubicación colmenas	450.000	450.000
Traslado colmenas	1.500.000	1.500.000
Reposición Reinas	180.000	180.000
Sub total	6.190.000	6.190.000
Gastos generales 30%	1.857.000	1.857.000
Subtotal costos producción (\$)	8.047.000	8.047.000
Servicio extracción/proceso	450.000	450.000
Total costos producción (\$)	8.497.000	8.497.000

\$ JH cosecha	7.000
Colmenas	100

Secretaria: permanente

Manejo general: 1 persona permanente

Asesoría técnica: 4 visitas por temporada a \$100000

Control Nosemosis: 3 tmt por temporada en la zona sur, no requiere control en la zona central

Control varroa: 1 tmt por temporada

Arriendo sitio: por lo general 3 a 4 meses en el sur

Traslado colmenas al sur: 8 a 10 kg miel/ colmena

Tambores: los provee la exportadora

Reposición de reinas: 4 kg miel. Se calcula reposición del 30% anual.

Gastos generales: mantención, reparación, energía, combustible

Servicio extracción /proceso: 15% de la producción de miel

Nota: gastos generales se consideraron un 30% del costo total de producción debido a que el item combustible tiene una alta incidencia

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 11. Costos inversión e implementación – 1000 colmenas

INVERSIONES 1

Item	Unidad	Valor \$ por unidad	Unidades	Total
Colmenas	unidades	25.000	1.000	25.000.000
Núcleo	unidades	30.000	1.000	30.000.000
Trampa Polen	unidades	10.000	1.000	10.000.000
Trampa Propóleo	unidades	2.000	1.000	2.000.000
Cera	unidades	10.000	1.000	10.000.000
Bodega	unidades	3.000.000	1	3.000.000
Materiales (traje apícola, balde, guantes, etc.)	unidades	420.091	1	420.091
TOTAL				80.420.091

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 12. **Costos inversión e implementación – 100 colmenas**

INVERSIONES 1				
Item	Unidad	Valor \$ por unidad	Unidades	Total
Colmenas	unidades	25.000	100	2.500.000
Núcleo	unidades	30.000	100	3.000.000
Trampa Polen	unidades	10.000	100	1.000.000
Trampa Propóleo	unidades	2.000	100	200.000
Cera	unidades	10.000	100	1.000.000
Bodega	unidades	3.000.000	1	3.000.000
Materiales (traje apícola, balde, guantes, etc.)	unidades	420.091	1	420.091
TOTAL				11.120.091
Sala Proceso	unidades	15.000.000	1	15.000.000
TOTAL				15.000.000

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 13. **Costos inversión implementación sala de cosecha**

SALA COSECHA				
INVERSIONES 2				
Item	Unidad	Valor \$ por unidad	Unidades	Total
Centrífuga	unidades	1.300.000	1	1.300.000
Desoperculador	unidades	35.000	1	35.000
Peine	unidades	1.500	1	1.500
Sala Proceso	unidades	15.000.000	1	15.000.000
TOTAL				16.336.500

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 14. **Costos producción por colmenas – 100 colmenas**

APÍCOLA \$ / 100 PANALES				
Item	Año 0			
	Unidad	Numero	\$	\$ /plantel/año
Personal				
Secretaria	JH	240	8.000	1.920.000
Manejo General	JH	240	7.000	1.680.000
Cosecha	JH	0	7.000	-
Asesoría técnica	visita	4	100.000	400.000
Total Personal		Costo/colmena	40.000	4.000.000
Insumos		Numero	\$ / Colmena	\$
Control de Nosemosis		-	1.500	-
Control de Varroa		1,00	600	60.000
Arriendo sitio ubicación colmena		3,00	1.500	450.000
Traslado colmenas		1,00	15.000	1.500.000
Total Insumos		Costo/colmena	20.100	2.010.000
Gastos generales (30%)			18.030	1.803.000
SubTotal Manejo		Costo/colmena	78.130	7.813.000
Servicio extracción/proceso 15%			11.720	1.171.950
Total Manejo			89.850	8.984.950
Cosecha 15% de la px de miel				
\$ JH cosecha	7.000			
Colmenas	100			

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 15. Costos producción por colmenas – 1000 Colmenas

APICOLA \$ / 1000 PANALES

Item	Año 0			
	Unidad	Numero	\$	\$ /plantel/año
Secretaría	JH	240	8.000	1.920.000
Manejo General	JH	480	7.000	3.360.000
Cosecha	JH	0	7.000	-
Asesoría técnica	visita	4	100.000	400.000
Total Personal		Costo/colmena	5.680	5.680.000
Insumos	Unidad	Numero	\$ / Colmena	\$
Control de Nosemosis		-	1.500	-
Control de Varroa		1,00	600	600.000
Arriendo sitio ubicación colmena		3,00	1.500	4.500.000
Traslado colmenas		1,00	15.000	15.000.000
Total Insumos		Costo/colmena	20.100	20.100.000
Gastos generales (30%)			7.734	7.734.000
SubTotal Manejo		Costo/colmena	33.514	33.514.000
Servicio extracción/proceso	15%		5.027	5.027.100
Total Manejo			38.541	38.541.100
Cosecha 15% de la px de miel				
\$ JH cosecha	7.000			
Colmenas	1.000			

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 16. Materiales

DETALLE	Valor unitario	Valor unitario + IVA	Cant.	Total
Traje apícola:				
Guantes	5.350	6.367	3	19.100
Overall con velo	20.000	23.800	3	71.400
Polainas	4.200	4.998	3	14.994
Herramientas:				
Pala plástica	1.500	1.785	3	5.355
Balde para miel	42.000	49.980	5	249.900
Cuchillo desoperculador	10.504	12.500	2	25.000
Escobilla cerda plástica	3.190	3.796	2	7.592
Separador de marcos	1.000	1.190	2	2.380
Palanca acero	5.460	6.497	2	12.995
Lápiz marcador de reinas	4780	5.688	2	11.376
TOTAL				420.091

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 17. **Costos tratamiento contra la varroa**

Producto /tratamiento contra varroa	N° Aplicaciones	Costo/ colmena (\$)	Apiario 1000 colmenas	Apiario 100 colmenas
			Costo total/ apiario (\$)	Costo total/ apiario (\$)
Bayvarol	1	1.980	1.980.000	198.000
Bienenwohl*	4	380	380.000	38.000
Coumaphos	1	600	600.000	60.000

*Bienenwohl es una combinación de sustancias no nocivas para las abejas. Contiene ac. Oxálico, ac. Cítrico. Propóleo, aceites, etc.

Nota: Se asume 1 aplicación de Bayvarol por temporada o 1 aplicación de Coumaphos/temporada.

En el caso del producto Bienenwohl, la recomendación es aplicar 4 veces cada 7 días.

El número de aplicaciones puede variar de acuerdo al grado de infestación de la comena y de la eficiencia de la aplicación.

Producto	Recomendación
Bayvarol	1 caja por cada 10 colmenas \$19800 / caja \$1989 / colmena
Bienenwohl	1 lt para 50 colmenas \$19000 / lt \$389/colmena
Coumaphos	\$600 / colmena

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria

TABLA 18. **Medicamentos de uso apícola indebido no registrados en el SAG**

Nombre comercial	Principio activo	Efectos
Mavrick Apistán Fluvalinato (tablitas)	Fluvalinato	<ul style="list-style-type: none"> Residuos en la miel y su consiguiente rechazo en los centros acopiadores = pérdida económica para el productor.
Asuntol	Coumaphos	<ul style="list-style-type: none"> Daños en la salud humana.
Productos para control de polilla	Paradiclorobenceno, azufre, sulfuro de carbono, hidróxido de sodio	<ul style="list-style-type: none"> Pérdidas directas en las colmenas, como una baja en la producción de miel, muerte de abejas y baja postura, entre otros.
Fumidil B	Biciclohexilamonio de fumagilina	<ul style="list-style-type: none"> Por ser un antibiótico, existe riesgo de resistencia antimicrobiana y de residuos en la miel. Como el producto no está registrado, no se ha estudiado su período de resguardo, entre otros aspectos.
Ácidos orgánicos y esenciales	Ácido oxálico y fórmico Timol (aceite esencial de tomillo) Mentol, Eucaliptol	<ul style="list-style-type: none"> Esta serie de productos no cuenta con el respaldo de la autoridad sanitaria animal, SAG, y no se han realizado estudios que avalen su efectividad en el uso apícola, ni su inocuidad, tanto para las abejas, como para los humanos.

Fuente: www.sag.gov.cl

TABLA 19. Principales etapas de los protocolos definidos para cada uno de los procesos de micro encapsulación

Proceso	Descripción
1. Microencapsulación	<ul style="list-style-type: none"> • En agua destilada a la temperatura adecuada (por ejemplo, por atomización 40 °C para la gelatina y la goma arábica), disolver la cantidad deseada de material soporte (por ejemplo, típicamente 5%) agitando mecánicamente. • Añadir la cantidad de aceite esencial deseada (típicamente entre 2 y 7 veces la cantidad de material soporte). • Añadir un emulsionante como SDS o Tween 80, entre un 1% y 2%. • Emulsionar agitando como mínimo a 750 RPM. • Elevar la temperatura a la temperatura de entrada al secador spray (entre 60 y 80°C). • Ingresar la emulsión al secador spray.
2. Microencapsulación por atropamiento físico	<ul style="list-style-type: none"> • En agua destilada a la temperatura adecuada (por ejemplo, 40 °C para la gelatina y la goma arábica), disolver la cantidad deseada de material soporte (por ejemplo, típicamente 10% a 20%) agitando mecánicamente. • Añadir la cantidad de aceite esencial o principio activo deseada (típicamente entre 1 a 2 veces la cantidad de material soporte).
3. Coacervación simple	<p>Realizar una dispersión acuosa de la cantidad deseada de gelatina (típicamente 10%) en agua purificada a 40°C.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Añadir la cantidad deseada de aceite esencial (típicamente 2 veces la cantidad de material soporte). • Opcionalmente añadir un emulsionante. • Emulsionar a 1200 rpm. • Para realizar la coacervación ajustar el pH (para pH=6,5 usar solución de sulfato de sodio anhidro al 20%; para pH menores, usar ácido clorhídrico o sulfúrico 1m. • Opcionalmente enfriar a 5 - 10 °c. • Agitar por 1 hora.
4. Coacervación simple con entrecruzamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Al protocolo anterior, añadir los siguientes pasos: • Añadir glutaraldehído como entrecruzante (1 mmol por gramo de gelatina). • Regular pH=8 con NaOH 1n. • Opcionalmente mantener la mezcla en frío (5-10°C). • Agitar a 750 RPM por 3 horas. • Filtrar las micropartículas endurecidas, lavarlas con agua purificada fría. Colectar la fase acuosa, para determinar por destilación al vapor el aceite no encapsulado. • Secar por liofilización o secado spray.
5. Coacervación compleja	<ul style="list-style-type: none"> • El protocolo es similar al de la coacervación simple, pero además de la gelatina se debe usar un segundo polímero, de características aniónicas, como la goma arábica. <p>EL PH debe ser 5 o menor.</p>
6. Coacervación compleja con entrecruzamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Al protocolo de la coacervación compleja, añadir los pasos señalados para el entrecruzamiento en la coacervación simple.

Fuente: Proyecto precursor.

TABLA 20. Resultados obtenidos para la microencapsulación de aceite esencial a través de diferentes tecnologías. Proyecto precursor

Proceso	Microencapsulación por secado spray
Material soporte	Mezcla gelatina - goma arábica
Rendimiento	< 50%
Eficiencia	< 15%

Observaciones: La eficiencia del proceso de microencapsulación por secado spray depende enteramente de la capacidad encapsulante del material soporte por sí solo. Aunque existen materiales ad hoc, la mayor parte de los materiales comunes disponibles para microencapsular no producen buenos resultados.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con mezclas gelatina - goma arábica, o gelatina - goma xantana.

En el caso de la maltodextrina y la carragenina, la eficiencia de microencapsulación fue prácticamente nula y todo el aceite esencial se volatilizó, a través de los flujos de aire caliente del secador.

Proceso	Formación de geles de timol puro
Material soporte	Goma arábica
Rendimiento	100%
Eficiencia	100%

Observaciones: Geles de 2 a 5% de polímero, en general, aceptan hasta un 50% de timol.

Los geles presentan comportamientos similares para todo tipo de polímeros: goma arábica, goma xantana, carragenina, CMC. La goma arábica tiene bajo costo y es fácil de manejar; se requiere menor uso de temperatura para formar el gel.

Todos los geles se secan después de 1 ó 2 días máximos en la incubadora. El gel queda convertido en una estructura porosa que sirve como dispositivo de liberación sostenida.

El producto elaborado según este proceso fue uno de los dos mejores productos, de acuerdo con los bioensayos.

Proceso	Coacervación simple
Material soporte	Gelatina
Tipo secado	Antes del secado
Rendimiento	85%
Eficiencia	90%

Observaciones: Al utilizar secado por liofilización, el rendimiento baja al 70% y la eficiencia al 50%. Muchas microcápsulas se rompen por efecto del vacío.

Al utilizar secado spray, la eficiencia cae a menos del 20%, a no ser que se utilice un emulsionante, en cuyo caso el rendimiento bordea el 70% y la eficiencia el 40%.

Proceso	Coacervación simple con entrecruzante
Material soporte	Gelatina
Tipo secado	Antes del secado
Rendimiento	95%
Eficiencia	95%

Observaciones: El entrecruzamiento tiene como efecto aminorar el daño causado por el vacío del liofilizador; así, al liofilizar se obtiene un rendimiento de 80% y una eficiencia de 60%.

En este caso, también es necesario usar un emulsionante al optar por secado spray, en cuyo caso el rendimiento y la eficiencia son similares a los obtenidos por liofilización.

Proceso	Coacervación compleja
Material Soporte	Gelatina más un polímero aniónico
Tipo secado	Antes del secado
Rendimiento	90%
Eficiencia	95%

Observaciones: Los polímeros que mejores resultados presentaron fueron las gomas arábica y xantana. la goma arábica, de mucho menor costo, se seleccionó para la mayoría de los ensayos. La presencia de un emulsionante mejora los resultados, en todos los casos. Se optimizó el proceso de microencapsulación para obtener una alta eficiencia del proceso global, incluyendo el secado.

El producto elaborado según este proceso fue uno de los dos mejores productos, de acuerdo con los bioensayos.

Proceso	Coacervación Compleja con entrecruzante
Material soporte	Gelatina más un polímero aniónico
Tipo secado	Antes del secado
Rendimiento	95%
Eficiencia	95%

Observaciones: El efecto del entrecruzamiento, más un emulsionante adecuado, es mejorar el rendimiento a niveles del 80 a 90%, tanto para el secado spray como para la liofilización. La liofilización presenta eficiencias del orden del 80%, mientras que el secado spray permite encapsular hasta un 95% del aceite esencial alimentado.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

- BARRERA, D. 2009. Comercio internacional apícola y avances intercensales. ODEPA. Julio 2009.
- CASTILLO, R. 1992. Varroasis. Grave amenaza para la apicultura y la agricultura de nuestro país. *Chile Hortofrutícola* (Chile) 5 (26): 18-22.
- CAMPOS, P. 2000. Efecto del aceite esencial mentol y de ácidos orgánicos fórmico y láctico sobre *Varroa jacobsoni* Oud ((Mesostigmata: Varroidae) y su hospedero *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae). Tesis Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p.
- CENTRO NACIONAL DESARROLLO APÍCOLA. 2006. Documento de Síntesis del “Diagnóstico y Agenda Estratégica de la Cadena Apícola en Chile”.
- CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO SAG. DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN PECUARIA. 1994. Control de varroasis de las abejas. Boletín Técnico N° 1, proyecto control varroasis. FAO/SAG. Santiago. Chile. 20 p.
- CONTRERAS, M. 2007. Caracterización de explotaciones apícolas entre la IV y la X Región de Chile, segunda temporada. (On line). Tesis Licenciado en Agronomía, Universidad Austral de Chile.
- MORÁN, A. 2006. Niveles de infestación de *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Mesostigmata: Varroidae) sobre abejas (*Apis mellifera*) adultas y su relación con las características del apicultor. (On line). Tesis Licenciado en Agronomía, Universidad Austral de Chile.
- PELDOZA, P. 1992. Varroasis de las abejas. Presencia en Chile. *El Campesino* (Chile) 123 (8): 47-58.
- PORTALES, D. 2003. Aplicación primaveral de mentol para el control de *Varroa destructor* Anderson and Trueman en *Apis mellifera*. (On line). Tesis Licenciado en Agronomía, Universidad Austral de Chile.
- RODRIGUEZ, M., GERDING, M. 2005. Control biológico de varroa. Tierra Adentro (Chile).
- SCHLUCK, A. 1992. La varroa. Investigación y progreso agropecuario. La Platina (Chile) 72: 34-38.
- SCHMIDT, V., NEIRA, M., CARRILLO, R. 2008. Evaluación comparativa de los acaricidas Bayvarol (Flumetrina) y Apilife var (Timol, eucaliptol, mentol y alcanfor) en el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson and Trueman en época primaveral. *Agro Sur* 36 (1) 8-14 .
- VANDAME, R. 2000. Curso de capacitación sobre control alternativo de varroa en la apicultura, Valdivia, Chile. 22p. Estación Experimental Santa Rosa. Universidad Austral de Chile.

Páginas WEB consultadas entre julio y agosto 2009:

www.mesa-apicola.cl	www.consortioapicola.cl	ww.centroapicola.cl
www.beekeeping.com	www.odepa.gob.cl	www.sag.gob.cl
www.prochile.cl	www.colmenareswerner.cl	www.culturaapicola.com.ar
www.apiservice.com	www.inia.cl	www.fao.org
www.indap.gob.cl	www.vidaapicola.com	www.apiguarda.es
www.agrovivo.cl	www.agricola.cl	

ANEXO 3. Documentación disponible y contactos

La publicación “Resultados y Lecciones en Productos en Base a Aceites Esenciales Microencapsulados para el Control del Ácaro Varroa”, así como información adicional sobre los proyectos precursores y los contactos con los productores y profesionales participantes en éstos, se encuentran disponibles en el sitio de FIA en Internet www.fia.gob.cl

La documentación de los proyectos precursores a texto completo (propuesta, informes técnicos y actividades de difusión, entre otras), puede consultarse en los centros de documentación de FIA, en las siguientes direcciones:

Santiago

Loreley 1582, La Reina, Santiago.

Fono (2) 431 30 96

Talca

6 Norte 770, Talca.

Fono-fax (71) 218 408

Temuco

Miraflores 899, oficina 501, Temuco.

Fono-fax (45) 743 348