



Resultados y Lecciones en **Control de ácaro *Varroa Destructor* en *Apis Mellifera***

Proyecto de Innovación en
Región del Biobío



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en *Manejo y control de Varroa destructor* mediante mejoramiento genético de *Apis mellifera*



Proyecto de Innovación en
Región del Biobío

Valorización a julio de 2010



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los investigadores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto “Manejo y Control de Varroa”, y a los participantes de los talleres de validación, especialmente a Pedro Casals Bustos, coordinador y ejecutor general del proyecto, y al equipo de Consultora BTA S.A., por su valioso aporte en el análisis de esta experiencia.

Resultados y Lecciones en **Manejo y Control de *Varroa destructor* mediante Mejoramiento Genético de *Apis mellifera***

Proyecto de Innovación en la Región del Biobío

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

Registro de Propiedad Intelectual N° 209.064

ISBN N° 978-956-328-106-4

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Navarro y Félix Bórquez - BTA Consultores S.A.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

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

EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

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. Base conceptual y tecnológica de la herramienta.....	8
2.1 La estrategia del mejoramiento genético.....	8
2.2 Acción del cruzamiento en el comportamiento higiénico	11
3. Oportunidades de mercado.....	11
3.1 La miel en Chile	12
3.2 Producción mundial de miel	12
3.3 Consumo mundial de miel.....	13
3.4 Comercio internacional de mieles	14
3.5 Situación del mercado de la miel en Chile.....	16
3.6 Exportaciones chilenas de miel.....	17
4. Conveniencia económica para el productor.....	19
5. Claves de viabilidad	20
6. Asuntos por resolver.....	20

Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social	23
2. El proyecto.....	24
2.1 Características generales	24
2.2 Aspectos metodológicos	24
2.3 Resultados	26
3. Los productores del proyecto hoy	30

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido	31
---	----

ANEXOS

1. Literatura consultada.....	35
2. Documentación disponible y contactos.....	36



Varroa destructor

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 manejo y control de *Varroa destructor* (Arachnida: Acari), a partir de un proyecto financiado por la Fundación para La Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de una “innovación tecnológica”,¹ aporte a los interesados una nueva herramienta tecnológica 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 se desarrollaron a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en la ejecución de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (proyecto precursor²), denominado “Selección e incorporación de material genético resistente a *Varroa destructor* como medio para desarrollar una apicultura limpia”. Su propósito fue obtener abejas reinas (*Apis mellifera* L.), con productividad incrementada, adaptadas a las condiciones geoclimáticas de la Región del Biobío.

El proyecto fue ejecutado por la Universidad de Concepción en conjunto con la Asociación de Apicultores de la Región del Biobío A.G. “BIOMIEL A.G.” y se desarrolló entre diciembre de 2005 y noviembre de 2009.

El objetivo general de esta herramienta tecnológica es lograr el mejoramiento genético de la apidofauna³ nacional, a fin de disminuir la incidencia del ácaro *Varroa destructor* en los rendimientos productivos de las explotaciones apícolas del país. La varroasis se considera como la parasitosis más

¹ “Innovación tecnológica”: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

² “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto 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 la innovación tecnológica que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

³ Se refiere a las especies de himenópteros pertenecientes a la familia Apidae, como es el caso de la abeja doméstica.

severa de la abeja melífera, debido a las cuantiosas pérdidas ocasionadas en la apicultura mundial. El propósito de esta propuesta es disminuir las poblaciones de patógenos hasta un umbral que no interfiera en la rentabilidad del apicultor, ni en el normal ciclo de vida de las abejas que componen la colmena.

Varroa destructor es un ácaro ectoparásito (externo) de la familia Varroidae, que afecta a la abeja melífera (reina, obreras y zánganos) en todos sus estadios de desarrollo (crías y adultos) y se considera grave ya que causa una alta mortalidad. Actualmente parasita a las dos especies de abejas más importantes desde el punto de vista económico: *Apis mellifera* y *A. cerana*. En sus distribuciones naturales originales estas dos especies se encontraban geográficamente separadas: *A. cerana* en el este de Asia y *A. mellifera* fundamentalmente en Europa y África. Hasta mediados del siglo XX, el ácaro sólo parasitaba la abeja asiática (Jornada de Manejo Sanitario en Apicultura, 2007).

Varroa destructor fue descubierto en 1904 por E. Jacobson en la isla de Java, Indonesia. Se sabe que este parásito se encontraba en Japón y posteriormente con una exportación de abejas llegó a Europa, desde donde se trasladó a África, América y últimamente a Nueva Zelanda en Oceanía. Sin embargo Australia, con un gran potencial en la apicultura, se encuentra libre de esta parasitosis.

La presencia de *Varroa destructor* en las colmenas disminuye la producción de miel, ya que las malformaciones que producen en las abejas les impiden hacer una tarea de recolección óptima, lo que provoca un bajo rendimiento por colmena. Los efectos sobre las abejas se traducen en la disminución de su grado normal de desplazamiento y en una escasa resistencia a otras infecciones, lo que desencadena una menor capacidad para almacenar reservas alimenticias (Díaz [en línea]).

La hembra de varroa parasita a la abeja y cada 2 horas se alimenta de hemolinfa (fluido de los insectos equivalente a la sangre). Éstas presentan forma elíptica y son las que se observan sobre las abejas, no así el macho, que puede confundirse con formas inmaduras de la hembra.

Con *Apis cerana* se produjo convolución, lo cual se observa como un equilibrio donde coexisten el hospedador y el parásito, el cual se reproduce en las celdas de los zánganos y no de las obreras, a diferencia del caso de *Apis mellifera*, donde el mayor daño ocurre porque el parásito se aparea y reproduce en las celdas de incubación o cámaras de cría operculada y se alimenta de las pupas en desarrollo.

Durante este proceso también pueden actuar como transmisores de otros parásitos y enfermedades de *A. mellifera* y muchas pupas nacen deformes, lo cual limita su función (Fernández, 2010). Sin embargo, una determinada colmena puede ser tolerante a varroa por las siguientes causas:

1. Baja reproducción del parásito:

- Alta infertilidad o baja tasa reproductiva.
- El tiempo de operculación de las celdas es más corto y las nuevas varroas mueren por inmadurez.
- Las hembras de varroa realizan menos ciclos reproductivos que los habituales.

2. Alta mortalidad del parásito:

- Las abejas atacan a los ácaros situados sobre sus compañeras (comportamiento de "grooming", que en insectos se refiere a su agrupamiento como respuesta a diversos estímulos ambientales; ver 2.1).
- Las abejas extraen un elevado porcentaje de crías parasitadas (comportamiento higiénico).
- Presencia de algún factor ambiental (por ejemplo, altas temperaturas).



WAUGSBERG

En el mundo se han reconocido, al menos, 30 razas de abejas; sus genotipos presentan aspectos positivos y negativos, y su desempeño es diferente según la región donde se encuentran, por lo tanto, es recomendable contar con reinas cuyos genotipos estén bien adaptados a las condiciones ecológicas donde se pretenden utilizar. Aunque la calidad genética de las reinas es importante, es mucho más importante que las colonias reciban un buen manejo, lo cual influye mucho más en la producción de miel que la raza o genotipo de las abejas que se utilicen (Guzmán, 2010).

De acuerdo al proyecto precursor, en Chile no existen razas puras de abejas sino una mezcla de las diferentes razas introducidas. No obstante, debido a las adaptaciones a las condiciones climáticas, en la zona sur prevalece la abeja negra europea y cárnica, y en el centro y norte se encuentra preferentemente la raza italiana. Así, no se puede definir categóricamente la existencia de una raza dominante en las diferentes regiones del país.

La varroa es controlada con mayor frecuencia con compuestos químicos como el fluvalinato, por medio de tiras impregnadas que se cuelgan dentro de la colmena durante seis semanas. En muchos países los apicultores aplican productos químicos no aprobados que dejan residuos en la miel, los cuales son peligrosos tanto para la salud humana, como para las abejas.

Con el fin de evitar la contaminación no deben usarse productos químicos durante los flujos de néctar (épocas de floración) o durante las cuatro semanas anteriores. Además, el uso intensivo de plaguicidas puede generar resistencia a los productos químicos por parte de los ácaros, lo cual contribuye a agravar aún más el problema y a encarecerlo (Fernández, 2010).

Esta herramienta tecnológica tiene el objetivo de aumentar la productividad de las colmenas de la Región del Biobío que se han visto disminuidas por el ataque de *Varroa destructor*, mediante una alternativa al control convencional (químico), el cual se adapta a las condiciones geoclimáticas de la Región.

► 2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

La estrategia generalizada y seguida en todo el mundo por los apicultores para controlar la sanidad de las colonias, corresponde al uso cada vez más frecuente de diferentes antibióticos y acaricidas. Sin embargo, la utilización masiva de medicamentos trae aparejados dos riesgos importantes: por un lado, aumenta la probabilidad de obtener variantes de patógenos resistentes, lo que demanda un incremento de las dosis de medicamentos o su sustitución por formulaciones nuevas. En este sentido, se ha demostrado la resistencia de *Paenibacillus larvae* (bacilo que produce loque americana) a la oxitetraciclina y de *Varroa destructor* al fluvalinato, flumetrina, amitraz y cumafos. El segundo riesgo corresponde a la presencia de residuos de medicamentos en las mieles y, cuando se trata de sustancias prohibidas, se dificulta su colocación en la mayoría de los mercados compradores (DIPRODE, 2009).

Una herramienta utilizada para enfrentar la acción dañina de la varroasis y de otras enfermedades que afectan a la colmena, es el mejoramiento genético orientado a resistir o tolerar el agente causal. Así, mediante la herencia genética es posible enfrentar las patologías bacteriales, virales y fungosas que afectan principalmente a las crías, que son las causales de aplicaciones de antibióticos usados para sus controles.

Los mecanismos desarrollados por las abejas para resistir los problemas sanitarios son de una importancia invaluable para el manejo y economía de los apicultores.

Como oportunidad de negocios esta iniciativa sienta sus bases en las actuales tendencias y legislación internacional, las cuales se orientan hacia la comercialización de mieles exentas de residuos prohibidos y, además, de buena calidad. Esta situación es una oportunidad para la miel producida por abejas resistentes a enfermedades que afectan a la colmena, ya que permite proveer mieles inocuas y de alta calidad a mercados exigentes en el ámbito de la seguridad alimentaria.

2.1 La estrategia del mejoramiento genético

La herramienta propuesta se inserta en la apicultura moderna, la cual enfrenta el desafío de diseñar una estrategia para combatir las enfermedades de las abejas. La opción de controlar las enfermedades únicamente con métodos químicos constituye una alternativa en retroceso y que cada vez cuenta con menos adeptos.

Considerando que las poblaciones de ácaros deben ser controladas por los propios apicultores para evitar la muerte de sus explotaciones, el objetivo final del mejoramiento genético de abejas es la disminución de las poblaciones de patógenos hasta alcanzar un umbral que no interfiera con los rendimientos productivos, ni con el normal ciclo de vida de las abejas que componen la colmena.

Así, la estrategia de mejoramiento genético permite la obtención de abejas reinas que cuenten con una genética adaptada a las condiciones de las zonas estudiadas en el proyecto precursor y que, además, tengan la capacidad de tolerar la acción de la varroa, con el fin de no ver merma-das sus producciones como ocurre en la actualidad.

La alternativa del mejoramiento genético se sitúa como una apuesta de salud para enfrentar las problemáticas sanitarias que afectan a las explotaciones apícolas a mediano y largo plazo, a diferencia del uso de medicamentos químicos que solucionan los problemas sanitarios sólo en el corto plazo y pueden generar problemas secundarios como la presencia de residuos nocivos en la miel.



En la actualidad existen distintas opciones para el control de la varroasis, desde los tradicionales acaricidas de síntesis, hasta sustancias presentes naturalmente en la miel (ácidos orgánicos) y simples técnicas de manejo que limitan el aumento de la infestación. Entre estas alternativas cada productor apícola puede decidir cuales son las más adecuadas para su emprendimiento (Jornada de Manejo Sanitario en Apicultura, 2007).

El principal objetivo de un programa de mejoramiento genético en abejas busca destacar las características biológicas que interesan al hombre, las cuales generalmente se relacionan con la producción de la explotación apícola.

El comportamiento es el área más compleja de estudiar, pues refleja el funcionamiento del organismo como un todo que cambia en respuesta a los estímulos ambientales. Así, la genética del comportamiento es el estudio del control que la herencia ejerce sobre las acciones de un organismo.

Aunque existen numerosas dificultades en el estudio de la genética del comportamiento, los científicos trabajan en esa área dada la importancia del estudio del comportamiento en sí mismo, y no sólo por la utilidad de conocer la acción de los genes.

Todo comportamiento es la respuesta tanto a los factores heredables, como a los ambientales; así, el interés se centra en conocer cuánto de cada uno de ellos contribuye a la variabilidad de los patrones conductuales específicos observados en los diferentes individuos (Apinetla, 2010).

En las abejas destacan tres tipos de conductas, las cuales se sintetizan a continuación.

Comportamiento “grooming”

El grooming en abejas se reconoce como un comportamiento beneficioso que permite remover el ácaro varroa de sus cuerpos. Las obreras infestadas agitan el cuerpo lateral y ventralmente y los peinan con sus patas; si el ácaro no se desprende, la abeja ejecuta la “danza grooming” con el fin que seis o más abejas cercanas se acerquen a socorrerla, entonces detiene la danza para que sus compañeras le estiren las patas, las alas, le levanten el tórax y abdomen, y examinan su cuerpo hasta que encuentran el ácaro y lo remueven utilizando sus mandíbulas, luego de morderlo.

Se ha observado que *Apis cerana* es más efectiva en causar daño a *Varroa destructor* que la especie que se encuentra en Chile (*A. mellifera*). Las diferencias se encuentran en la frecuencia del comportamiento grooming y en su habilidad para detectar a los ácaros.

De acuerdo al proyecto precursor, los resultados del estudio realizado a las hijas de las reinas seleccionadas de *A. mellifera*, muestran que, aproximadamente, entre 26,7 y 22,7% de los ácaros recibidos en los pisos trampas para las reinas F1 tenían algún tipo de daño en los apéndices o en el cuerpo; los valores para la F2 fluctuaron entre 31,3 y 24,6%. Ambos ensayos fueron superiores al testigo que alcanzó alrededor de un 5% de ácaros dañados.

Comportamiento higiénico

Se mide de acuerdo a la rapidez de una colonia para limpiar una muestra de cría muerta; se considera higiénica cuando lo realiza en menos de 48 horas (Chevalet & Cournet, 1982).

El comportamiento higiénico implica la secuencia de dos actividades bien definidas: el desoperculado de las celdas y la posterior remoción (extracción) del contenido. Durante la década de 1960 el Dr. Rothenbuhler y sus colaboradores (Universidad de Ohio) realizaron numerosos estudios sobre los aspectos genéticos y ambientales que inciden en la manifestación del comportamiento higiénico. Estas investigaciones formaban parte de la búsqueda de mecanismos de resistencia de las abejas para combatir la loque americana en los Estados Unidos. El resultado más difundido fue el hallazgo del patrón de herencia de este comportamiento: sólo intervenirían dos genes recesivos, uno controlando la actividad de desoperculado y otro la de remoción. De este modo, sólo las abejas doble recesivas podrían realizar un comportamiento higiénico completo (Invernizzi y Harriet [en línea]).

En el proyecto precursor se observó que después de la selección de las abejas, en un 50% de las colmenas estudiadas, la generación F1 mostraba una remoción mayor al 90% a las 24 horas de inducida la muerte de las crías por congelamiento. Este porcentaje fue mayor que el de las cinco colmenas utilizadas como testigos, las cuales no tenían mejoramiento para este comportamiento.

Posteriormente los resultados del comportamiento higiénico mejoraron en las reinas hijas (F2); en este caso, el 65% de las colmenas extrajeron las larvas muertas con una incidencia mayor al 90%, lo que indica que al seleccionar las mejores reinas aumenta el porcentaje de colmenas con conducta higiénica.

Comportamiento SMR (suppress mite reproduction)

Este comportamiento (supresión de la reproducción de ácaros), se rebautizó recientemente como comportamiento VSH (higiene específica contra varroa) y corresponde a una respuesta natural de defensa de las abejas contra varroa, que manifiestan algunas cepas (pies de cría) de abejas.

El SMR consiste en que las obreras que heredan este comportamiento son capaces de detectar debajo de una celdilla si hay una varroa en reproducción, con sus crías, y de responder desoperculando esas celdillas, lo cual paraliza la cría de varroa. A veces limpian totalmente dichas celdillas y las dejan vacías, o las vuelven a reopercular con la pupa de abeja en buen estado. No hay desoperculación si en la celdilla sólo hay una varroa estéril que no se reproduce (25 al 30%; Apicultura, 2007).

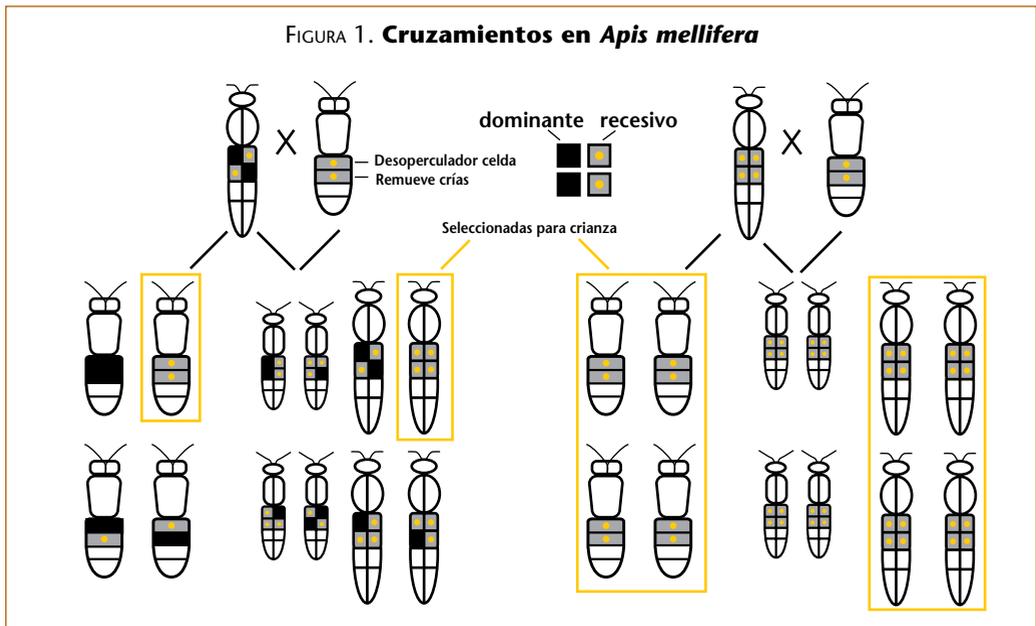
Los resultados del proyecto precursor demostraron la preferencia de los ácaros por las celdas de los zánganos, los cuales tienen un mayor período de operculado y donde se comprobó el efecto beneficioso del comportamiento SMR.

En las colmenas con comportamiento SMR, el porcentaje de celdas infestadas con ácaros de varroas fundadoras o madres fue de 26% en zánganos y de 12% en obreras; en el caso de las colmenas control fue mayor, con 39 y 20% en zánganos y obreras, respectivamente.

2.2 Acción del cruzamiento en el comportamiento higiénico

De acuerdo al proyecto precursor, el comportamiento higiénico es controlado por dos genes recesivos: uno permite que la obrera detecte y destape una celda que contiene la cría enferma; el otro hace que las obreras quiten la cría y la desechen (Figura 1).

Es posible que una colmena contenga uno de estos genes y no el otro, en este caso la colmena no será higiénica y también es posible que algunas abejas tengan sólo uno de los genes. Para que un rasgo recesivo sea expresado, una obrera necesita ser homocigótica para el gen; es decir, que herede el mismo alelo de la madre y del padre.



► 3. Oportunidades de mercado

La diversidad productiva del rubro apícola nacional involucra principalmente a la miel y sus subproductos (propóleos, polen y jalea real, entre otros), explotaciones que abren un mundo de posibilidades para el crecimiento del sector.

Por otro lado, la apicultura genera un impacto productivo favorable en el rubro de la fruticultura nacional, mediante la polinización de diversos frutales, lo cual mejora y aumenta la producción de muchas especies que requieren de insectos para su reproducción.

Específicamente *Apis mellifera* es responsable, aproximadamente, del 80% de la polinización de las angiospermas. Una apropiada polinización mejora la genética de las plantas y aumenta el tamaño y cantidad de los frutos.

Considerando las funcionalidades de la abeja y la demanda por el servicio de polinización, en el mercado nacional se observa una gran oferta de dichos servicios para diversas especies frutales; éstos incluyen el traslado de las colmenas a los huertos, la comercialización y su retiro final.

Los buenos resultados obtenidos han permitido que, en pocos años, se haya generalizado el uso de las abejas como polinizadores de los frutales nacionales destinados a exportación.

3.1 La miel en Chile

El país ofrece condiciones excepcionales para la producción de miel, la cual está favorecida por diferentes factores como el clima mediterráneo y las barreras naturales que impiden el ingreso de plagas y patologías que afecten la actividad.

La miel chilena debe sus sobresalientes características a la gran variedad de flores silvestres y hierbas que proporcionan el néctar. Estas plantas, que crecen en su mayoría en el centro y sur del país, son una importantísima fuente de recursos para la apicultura.

La mayor cantidad de miel producida en Chile es del tipo multifloral, sin embargo, también se produce monofloral, como en el caso de la miel de ulmo (*Eucryphia cordifolia*), tiaca (*Caldcluvia paniculata*) y tinea (*Weinmannia trichosperma*), las cuales muestran atributos ligados a la suavidad, especial aroma y agradable sabor.

Apis mellifera fue introducida a Chile por los colonos españoles en los siglos XVII y XVIII quienes desarrollaron la actividad, con lo cual se produjo en el país una evolución similar al resto de los países en el mundo.

Cabe señalar que a lo largo de la historia las abejas chilenas no han presentado rasgos de “africanización”,⁴ debido a las barreras naturales del país, como el desierto por el norte y cordillera de los Andes por el este. Esta característica, sumada al clima mediterráneo y a la gran variedad de flores y plantas mencionadas, hacen de Chile un ambiente ideal para la producción de miel y sus derivados.

Hasta comienzos del siglo XX, el desarrollo de proyectos apícolas fue casi ocasional y a menor escala; sin embargo, con posterioridad se fue desarrollando una apicultura más moderna, se cambiaron los procesos y se aumentó la productividad, la eficiencia y la tecnología. Como consecuencia de esta modernización, la variedad y diversificación de productos derivados de la miel ha aumentado considerablemente en los últimos años (APICOOP [en línea]). En los últimos años también se ha incursionado en la exportación; los principales destinos son Alemania, Francia, Italia, Estados Unidos, Canadá y Japón.

Debido a la extensa geografía chilena, los apicultores, grandes y pequeños, cosechan en distintas regiones según la temporada: tempranamente en las regiones de Valparaíso y O’Higgins, y posteriormente se desplazan hacia el sur, en busca de floraciones tardías.

Actualmente, y como consecuencia del creciente uso de la tecnología, la oferta apícola nacional está compuesta por una gran cantidad de productos derivados de las abejas, como las mieles y propóleos (a granel y envasadas) y el polen (seco o fresco). También han aumentado las exportaciones de abejas reinas o paquetes de abejas, principalmente a países del hemisferio norte debido al desfase de temporadas (APICOOP [en línea]).

3.2 Producción mundial de miel

En el período comprendido entre los años 2000 y 2006, la producción mundial de miel experimentó un aumento sostenido desde 1.200.000 toneladas a más de 1.440.000, lo que equivale a un crecimiento promedio anual de 3%. Sin embargo, el año 2007, últimas estimaciones, bajó más de 3%, es decir, a 1,4 millones de toneladas (Barrera, 2009).

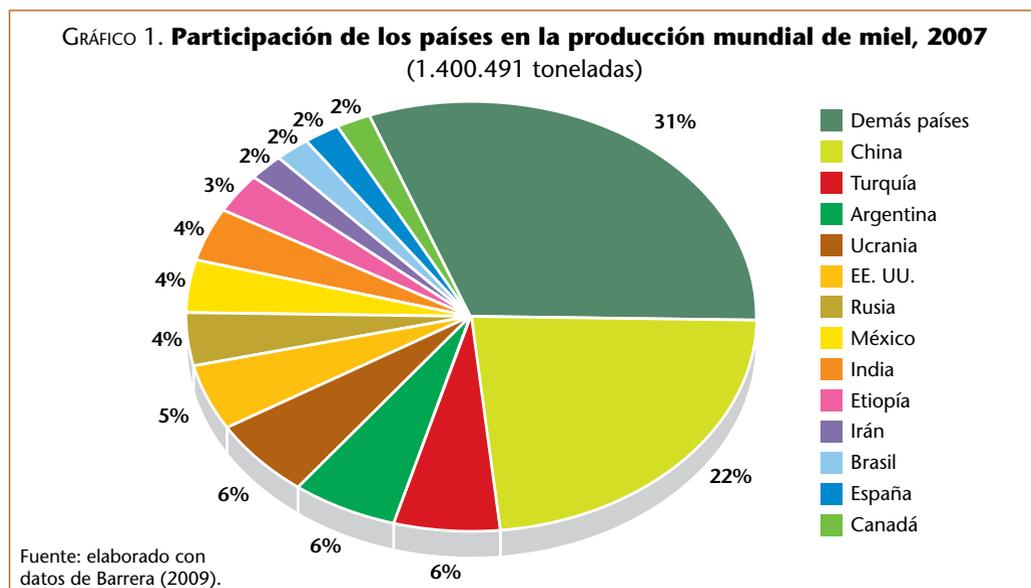
⁴ Las abejas africanizadas son híbridos entre razas de abeja europea (naturalizadas en el continente sudamericano) y africanas. La particularidad de estos híbridos es su comportamiento defensivo y muy agresivo, altamente heredable.

En 2007 el principal productor mundial de miel fue China, con algo más de 303.000 t, correspondientes a cerca del 22% del total; Argentina se ubicó en el segundo lugar, con 81.000 t. Se cree, sin embargo, que esta producción habría bajado considerablemente al año siguiente. Una producción algo menor se observó en Turquía y Ucrania (alrededor de 80.000 t cada uno), Estados Unidos (70.000) y México y Rusia (56.000 t). La producción de Chile se estimó en 9.100 t (0,6% de la producción mundial, Gráfico 1).

La demanda mundial por este producto ha aumentado, ya que la miel se considerada un alimento saludable, no perecible y con propiedades altamente beneficiosas para la salud (Barrera, 2009).

La existencia mundial de colmenas declaradas por FAO (alrededor de 72,6 millones de unidades), en muchos países no se condice con sus índices de producción, como India, Etiopía e Irán, donde es posible que los recursos vegetales a los que acceden las abejas no sean suficientes o bien, que la cadena productiva no incorpore estrategias de manejo y tecnología que se traduzcan en mayores productividades (Barrera, 2009).

Finalmente, según antecedentes de la FAO, sólo ocho países concentran el 54% de la producción mundial; sobresale China con una participación del 20%, seguida por Argentina y Turquía (6% ambos), Ucrania y Estados Unidos (5%), India, Rusia y México (4% cada uno) (Gráfico 1).



3.3 Consumo mundial de miel

Según la FAO, el consumo mundial anual de miel bordea los 220 g/per cápita. El Cuadro 1 muestra el consumo según país.

CUADRO 1. Consumo mundial per cápita de miel

País	Consumo (kg/per cápita)
Suiza, Austria y Nueva Zelanda	1,5
Alemania	1,2
Ucrania y Canadá	1,0
Argentina (exportador)	0,180
China (exportador, con aumentos en el consumo interno)	0,150

Fuente: FAOSTAT [en línea].

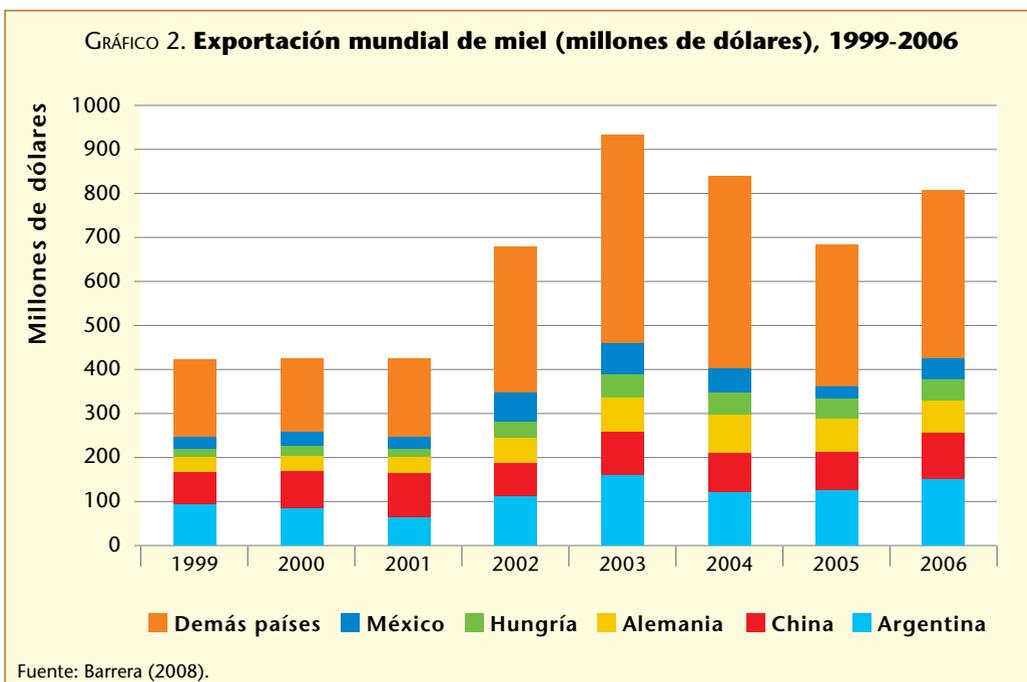
Actualmente, los requerimientos de los principales mercados compradores de miel apuntan a exigir cada vez mayores estándares de calidad e inocuidad del producto, lo cual se evidencia tras la incorporación de normativas que exigen la trazabilidad completa del proceso productivo, además de certificaciones de buenas prácticas apícolas y de manufactura como, por ejemplo, en las salas de extracción de miel de los países exportadores.

3.4 Comercio internacional de mieles

Los gráficos 2 y 3 detallan la evolución de las cifras de las exportaciones e importaciones mundiales de miel para el período 1999-2006, según FAO (Barrera, 2008).

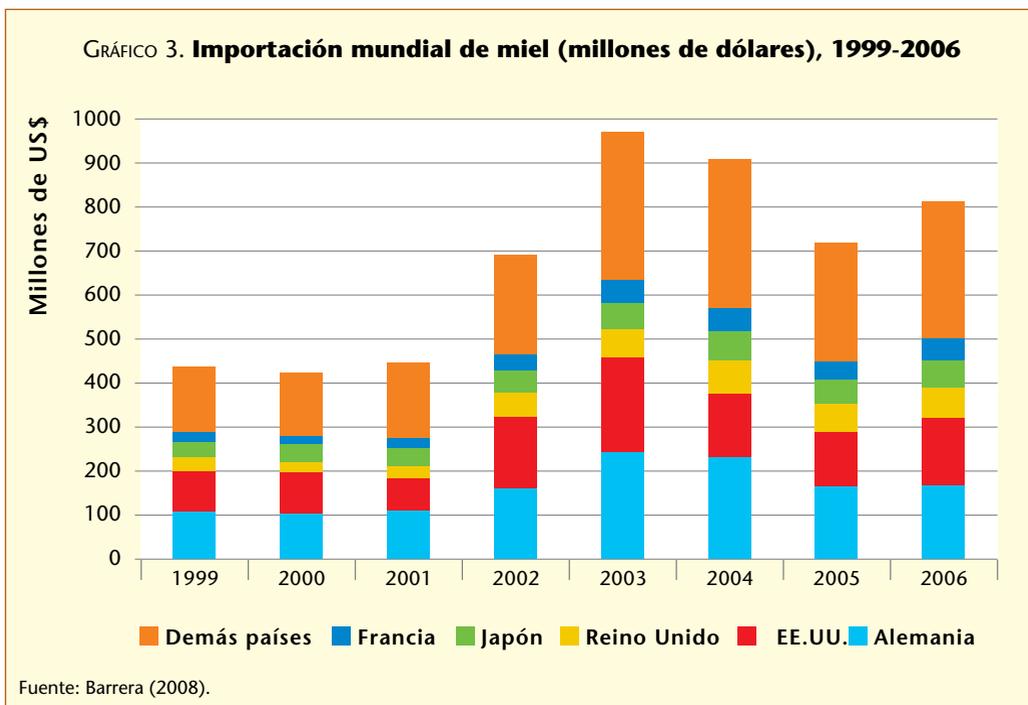
En 2005 el incremento fue de US\$ 685 millones y en 2006 de 810 millones. Los países que lideraron las exportaciones fueron fueron China (24% en volumen y 19% en valor) y Argentina (19 y 13% respectivamente). Otros grandes exportadores son (volumen y valor, respectivamente): Alemania (5 y 8%), México (6 y 7%) y Hungría (4,5 y 6%) (Gráfico 2).

Aproximadamente un tercio de las mieles que participan en el comercio internacional son proporcionadas por 25 países, entre los que se encuentra Chile con un aporte de 1,5%. Otros países que han mantenido un incremento sostenido son Brasil e India.

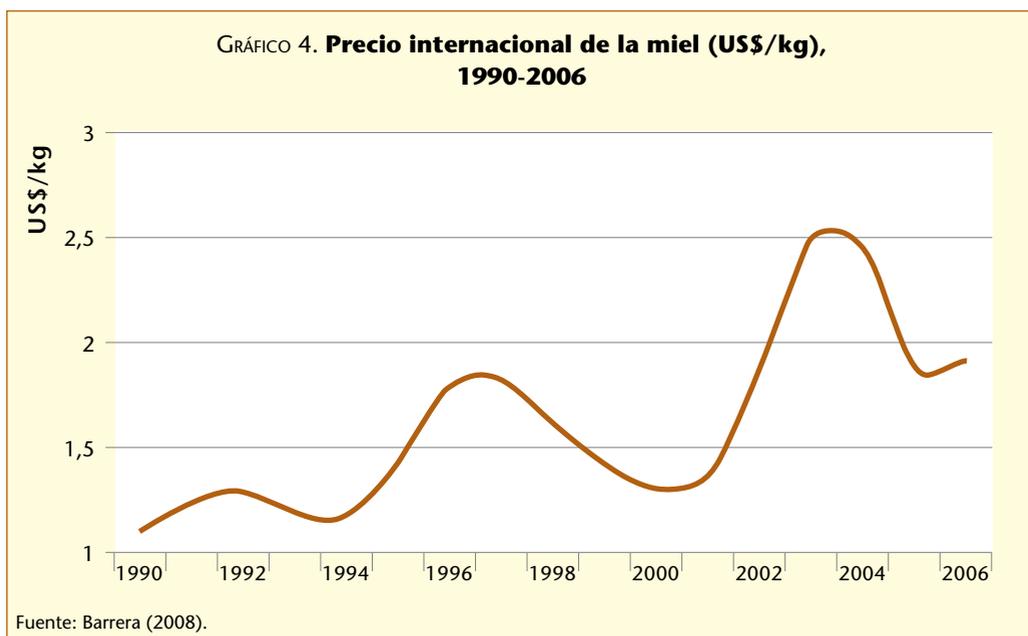


Por otro lado, en 2006 las importaciones mundiales alcanzaron las 441.000 toneladas y fueron lideradas por dos países: Estados Unidos y Alemania, quienes adquirieron, respectivamente, el 28 y 20% de la miel transada. Japón compró un 9%, el Reino Unido, un 6% y Francia el 5%. El 30% restante se distribuyó entre 14 países principalmente de la Unión Europea y unos pocos del Medio Oriente. De acuerdo a estas cifras, la miel es demandada por países con alto poder adquisitivo, cuyo consumo por persona supera los 500 g/año.

El valor de las importaciones muestra la misma tendencia que sus cantidades: Alemania es el mayor comprador mundial, con US\$ 173 millones CIF en 2006. El segundo lugar lo ocupa Estados Unidos con 153 millones y el tercero, el Reino Unido, con 69,5 millones. (Gráfico 3).



El precio promedio mundial observado en 2006 fue de US\$ 1,9/kg, el cual registró una leve alza respecto el año 2005, como resultado de la apertura de varios mercados a las mieles de orígenes distintos, como China y Argentina, dada la merma que habían sufrido sus producciones. El Gráfico 4 refleja las fluctuaciones ocurridas en la comercialización mundial de la miel, como la del año 2003 producto de las restricciones comerciales que sufrieron los principales productores y exportadores mundiales: China y Argentina.



3.5 Situación del mercado de la miel en Chile

Según datos del VII Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2007), la actividad apícola se desarrolla en 10.523 explotaciones, distribuidas en 930.288 hectáreas. Del total de colmenas declaradas (454.489), 417.335 son modernas o de marco móvil y 37.154 son rústicas (Cuadro 2).

CUADRO 2. Explotaciones con actividad apícola según región y género

Región	Mujeres	Hombres	N/C	Total
Arica y Parinacota	0	0	0	0
Tarapacá	0	1	0	1
Antofagasta	23	14	0	37
Copiapó	12	39	2	53
Coquimbo	187	465	37	689
Valparaíso	128	350	107	585
Metropolitana	98	321	101	520
O'Higgins	139	405	83	627
Maule	166	589	99	854
Biobío	560	1.447	187	2194
La Araucanía	712	2.609	144	3465
Los Ríos	186	434	42	662
Los Lagos	157	474	83	714
Aysén	52	63	7	122
Magallanes	0	0	0	0
Total	2.420	7.211	892	10.523

Fuente: INE (2007).

La mayor cantidad de estas explotaciones se concentra en zonas de marcada tradición apícola, como las regiones de La Araucanía (3.465) y del Biobío (2.194), y la menor cantidad en las regiones del Maule (854), de Los Lagos (714), de Coquimbo (689) y de Los Ríos (662). Las regiones de Magallanes y de Arica y Parinacota no presentan actividad apícola, principalmente debido a lo extremo de sus climas.

El orden de las regiones es diferente cuando la actividad frutícola adquiere relevancia. Es así como la región que presenta más colmenas es la Metropolitana (84.128), seguida por la de O'Higgins (70.952), del Biobío (69.597) y del Maule (62.982).

El Cuadro 3 muestra el total de apicultores inscritos en el Registro de Apicultores de Miel de Exportación (RAMEX)⁵ y el número de empresas exportadoras inscritas en el Listado Nacional de Establecimientos Exportadores de Productos Pecuarios (LEEPP).⁶ Cabe señalar que ambos registros los lleva el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Se observa que la Región del Biobío concentra el mayor número de apicultores y la Metropolitana el de exportadores, valores que se han incrementado respecto el año 2007, cuando los apicultores inscritos no superaban los 3.400 y los exportadores acreditados eran sólo 19 establecimientos (Barrera, 2008).

⁵ Más información: www.sag.cl - Exportaciones Pecuarias - Productos para consumo humano - Planteles de animales - Registro de Apicultores de Miel de Exportación, RAMEX.

⁶ Más información: www.sag.cl - Exportaciones Pecuarias.

CUADRO 3. Apicultores y establecimientos inscritos en los registros RAMEX y LEEPP, junio de 2008

Región	N° de apicultores RAMEX*	N° establecimientos LEEPP**
Tarapacá	1	0
Atacama	2	0
Coquimbo	120	2
Valparaíso	199	2
Metropolitana	437	6
O'Higgins	579	5
Maule	1.043	4
Biobío	1.327	3
Araucanía	439	0
Los Ríos	190	0
Los Lagos	92	3
Aysén	25	0
Total	4.454	25

* RAMEX: Registro de Apicultores de Miel de Exportación

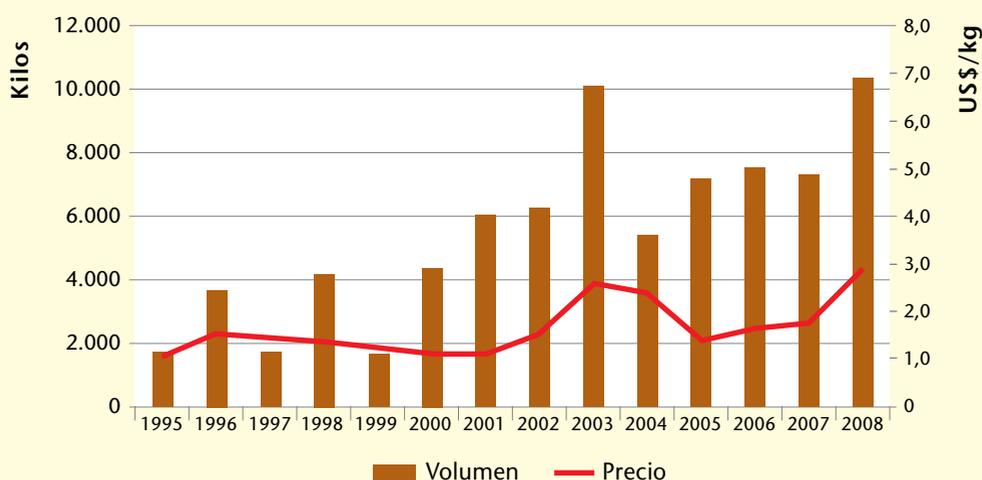
** LEEPP: Listado Nacional de Establecimientos Exportadores de Productos Pecuarios

Fuente: Sistema de Información Pecuaria-SAG.

3.6 Exportaciones chilenas de miel

Precio

Durante las últimas décadas, los precios alcanzados por las exportaciones de miel natural chilena han sido irregulares, como consecuencia de las fluctuaciones de los valores y volúmenes producidos. Esto se aprecia principalmente en los períodos 1995-2003 y 2003-2008, donde en el primer período se observa un descenso de los precios después de una etapa de precios altos y, en el segundo período, un ascenso (Gráfico 5).

GRÁFICO 5. Volúmenes y precios de exportación de la miel chilena, 1995-2008

Fuente: elaborado con datos de Barrera (2008).

El menor precio de venta se obtuvo el año 2001 (US\$ 1,08/kg), el cual se incrementó el año 2003 a 2,59. No obstante, el máximo valor se alcanzó el año 2008 (2,87), después de un descenso en el período 2004-2007.

Respecto la clasificación de las partidas de exportación, de acuerdo a la presentación del producto (Cuadro 4), en Chile la miel a granel sin diferenciación envasada en tambores concentra el 88% de los envíos, a diferencia de la miel a granel diferenciada, que sólo bordea el 11,1%. Aunque los embarques de productos envasados y/o fraccionados han disminuido su importancia relativa y concentran sólo el 0,3% del mercado, han experimentado un aumento interesante por efecto del precio (Barrera, 2008).

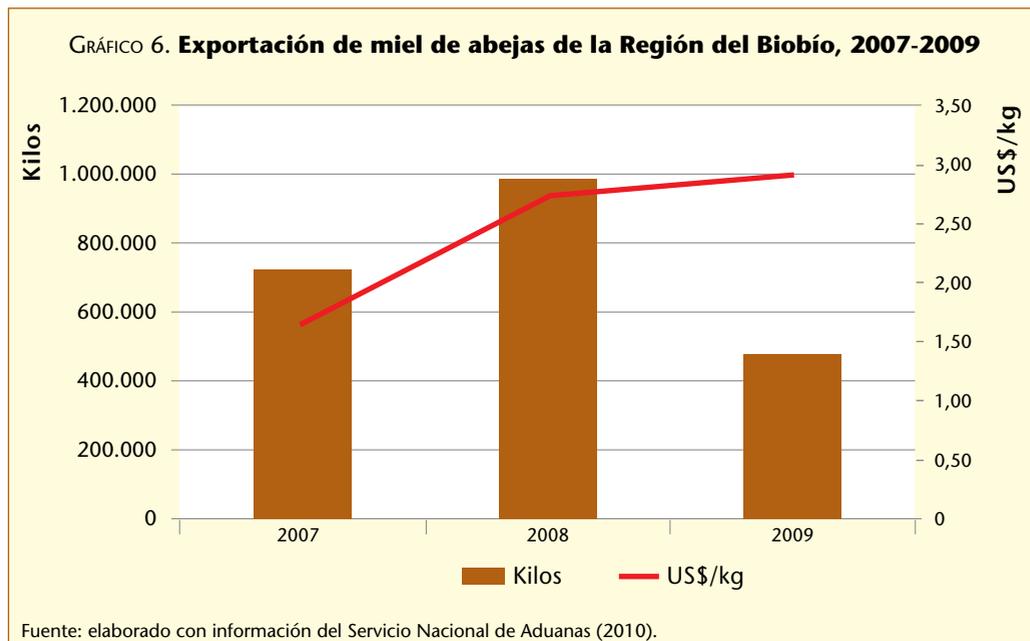
CUADRO 4. **Exportaciones de miel por tipo de producto, octubre de 2008**

Tipo de miel	Envase	Valor FOB (US\$/kg)	Volumen (kg)	US\$/kg
A granel sin diferenciación	Tambor (300 kg)	24.867.667	8.734.166	2,85
A granel diferenciada (orgánica monofloral)	Tambor (300 kg)	3.433.386	1.141.949	3,01
Otras	Fraccionada (400 a 500 g)	100.181	10.292	9,73
Total		28.402.234	9.886.407	2,87

Fuente: Barrera (2008).

Exportaciones desde la Región del Biobío

Para el análisis de las oportunidades de mercado, el Gráfico 6 muestra la dinámica de las exportaciones de miel de abejas de la Región del Biobío (Código SACH: 04090000 –miel natural-)⁷ de los últimos tres años. Destaca el aumento del precio promedio del año 2009 (US\$ 2,91/kg), mientras que la producción regional para el mismo año fue menor que la obtenida durante el año 2008 (-46%).



El año 2009 se envió al mercado europeo el 100% de las exportaciones de miel de la Región, a diferencia de años anteriores, cuando los principales destinos fueron Asia (2008) y Estados Unidos (2007).

⁷ Código Sistema Armonizado Chileno.

► 4. Conveniencia económica para el productor

De acuerdo a las perspectivas del mercado, las oportunidades se encuentran determinadas en gran medida por la oferta de la producción nacional en los mercados internacionales de la miel, donde una de las principales exigencias es la comercialización de un producto de alta calidad e inocuo, libre de residuos prohibidos y riesgosos para la salud de los consumidores.



Estos riesgos se generan, principalmente, por la utilización en la colmena de medicamentos dañinos que generan consecuencias negativas para su comercialización, desde el rechazo por parte de los consumidores del país de destino, hasta la intervención de autoridades locales que cierran los mercados riesgosos y prohíben las exportaciones desde el país proveedor.

Actualmente la condición de calidad se ha visto amenazada debido a los problemas sanitarios principalmente, que son cada vez más recurrentes en la producción apícola, producto tanto de la forma en que los productores han enfrentado los controles, como por la resistencia de la plaga a los tratamientos. Esta situación ha provocado que las dosis usadas contra la varroasis no surtan efectos, por lo cual se han debido aumentar las dosis del ingrediente activo, con el consiguiente incremento de las probabilidades de concentrar residuos químicos dañinos para la salud.

En este contexto, la alternativa sugerida por el proyecto precursor se basa en los mecanismos heredables de las abejas para enfrentar no solamente la varroasis, sino también otras patologías bacterianas, virales y fungosas que afectan principalmente a las crías, las cuales son tratadas también con aplicaciones de antibióticos usados como sistemas de control. Es así como estos mecanismos que generan resistencia a los problemas sanitarios son relevantes en la rentabilidad de las explotaciones de los apicultores nacionales.

Los resultados preliminares del proyecto precursor mostraron un delta positivo de producción de miel (+5 kg) mediante el mejoramiento genético, el cual se compara con los índices de producción de la situación inicial (sin proyecto).

La siguiente evaluación de “conveniencia para el productor” considera una explotación de 40 colmenas para producir miel multifloral que se comercializa a un precio de US\$ 2,5/kg, donde se obtienen los siguientes valores:

- Rendimiento/colmena sin proyecto: 15,66 kg
- Precio miel de exportación: US\$ 2,5/kg
- Rendimiento estimado/colmena mejorada: 20,66 kg
- Ganancia/explotación: US\$ 500

En necesario ajustar el valor obtenido por la explotación “tipo” considerando la inversión necesaria para el sistema propuesto y los costos asociados, a fin de obtener un resultado más detallado de los potenciales beneficios para el productor interesado en mejorar la genética de sus apiarios.

► 5. Claves de viabilidad

Se detectaron cuatro aspectos claves para la viabilidad del proyecto.

Importación de material genético

Para mejorar el material genético es necesario contar con semen congelado proveniente de zánganos que presenten las características deseadas, el cual se usará para la inseminación artificial. También es necesaria la importación de reinas producidas en terceros países, que sean capaces de tolerar a *Varroa destructor* y que cumplan con los requisitos zoonosanitarios definidos por la autoridad competente.

Cuarentena

La internación a Chile de abejas reinas con mejor genética que la nacional, desde terceros países, debe realizarse sin riesgos para el patrimonio sanitario del país. Para ello se requiere que el material a internar cumpla con diversos requisitos zoonosanitarios y que realice una cuarentena, procedimientos de competencia del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Para cumplir con estos requerimientos, la persona interesada debe presentar una solicitud de importación al SAG, quien debe verificar las condiciones de seguridad de las instalaciones para realizar la cuarentena y evaluar los demás antecedentes presentados a fin de emitir un informe y la respectiva resolución de aprobación o rechazo de la internación.

Escalamiento comercial

La viabilidad comercial de los resultados obtenidos por el equipo gestor del proyecto precursor requiere de un escalamiento comercial, en el cual se deben analizar los aspectos claves que permitirán la consolidación de la alternativa propuesta. De esta manera será posible difundir la iniciativa en el mercado y hacer frente a los competidores (insumos químicos) que actualmente suplen la necesidad de combatir los efectos dañinos del ácaro *Varroa destructor*.

Transferencia de la herramienta a apicultores regionales

Ya que actualmente los insumos químicos son ampliamente utilizados en el país para combatir al ácaro *Varroa destructor*, se requiere contar con una estrategia de transferencia que demuestre en terreno los beneficios del desarrollo de una nueva genética que esté disponible para las diferentes realidades productivas. Este aspecto es de importancia y requiere de un método enfocado en las realidades productivas de la agricultura familiar campesina de la Región del Biobío.

► 6. Asuntos por resolver

El mejoramiento genético para el control de *Varroa destructor* se muestra como una iniciativa con potencial para ser implementada en la Región del Biobío, tanto para disminuir los efectos causados por el ácaro, como para posicionarse como una alternativa de manejo que permita aumentar las rentabilidades de la apicultura regional. No obstante, es necesario contar con un escalamiento comercial que permita masificar los beneficios de la iniciativa entre la futura demanda local (apicultores), los cuales siguen utilizando métodos de control a base de productos químicos que son riesgosos para el ambiente y la seguridad alimentaria de las personas.

Otro factor de importancia es la difusión de los resultados de esta herramienta tecnológica, necesaria para generar cultura entre los apicultores. En este contexto es necesario destacar la relevancia de este método alternativo de control de la enfermedad (mejoramiento genético), específicamente lo relacionado con el acceso a mercados de mayor valor, los cuales, a su vez, exigen un mayor compromiso por parte de los productores apícolas respecto no utilizar sustancias riesgosas para el ambiente y la salud de las personas.

Sobre la base de la iniciativa propuesta se espera avanzar en la investigación de los resultados productivos del mejoramiento genético implementado en las instalaciones apícolas de distintas zonas de Chile. El mejoramiento requiere de la validación productiva en terreno para lograr un incentivo en los apicultores y así comenzar a comercializar mieles inocuas, con valor agregado que permita aumentar la rentabilidad del rubro regional y nacionalmente.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

Cifras del Banco Central de Chile indican que el año 2006 la Región del Biobío aportó al Producto Interno Bruto (PIB) nacional un 9,4%, y que sus principales actividades económicas correspondieron a la industria manufacturera, servicios personales, transporte y telecomunicaciones, y construcción, además del sector agropecuario y silvícola.

En el período 2003-2006 el PIB tuvo un crecimiento de 16,1% o, en términos de tasa anualizada, de 5,1%. Estas tasas coinciden con las del sector más importante en la Región: el industrial, que da cuenta del 35,8% del PIB regional, y que creció un 16,5%.

Al observar el comportamiento de los ocupados durante el período 1998-2008 según rama de actividad económica, los sectores en que se concentra mayoritariamente la ocupación son, en orden decreciente: servicios comunales y sociales, comercio, industria, agricultura caza y pesca. Sin embargo, en el período 2007-2009 todos mostraron una caída, excepto el sector comercio.

Durante el año 1998 la Región participó con un 12,14% en el total de las exportaciones del país, cifra que disminuyó a 8,81% el año 2008. En términos de tasa de crecimiento promedio anual, la Región se caracteriza por un bajo dinamismo en su capacidad de crecimiento (12,93%), mientras que en el país la tasa promedio anual de crecimiento fue de 16,62%, en el mismo período,



Según datos del Censo Agropecuario y Forestal del año 2007 (INE, 2007), la actividad apícola en el Biobío se desarrolla en 2.194 explotaciones, lo cual equivale al segundo lugar del total de explotaciones con colmenas, después de la Región de la Araucanía que cuenta con 3.465 explotaciones. Respecto la cantidad de colmenas, cuenta con 69.597 unidades, lo cual la posiciona en el tercer lugar después de las regiones Metropolitana (84.126) y de O'Higgins (70.952).

Por último, el año 2008 la Región del Biobío aportó el mayor número de apicultores inscritos (1.327) en el Registro de Apicultores de Miel de Exportación (RAMEX), mientras que el número de empresas exportadoras inscritas en el Listado Nacional de Establecimientos Exportadores de Productos Pecuarios (LEPPP) fue de tres.

► 2. El proyecto

2.1 Características generales

El desarrollo, validación y sistematización del manejo y control de *Varroa destructor* mediante mejoramiento genético de *Apis mellifera* surgió de la ejecución de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, entre los años 2005 y 2009 en la Región del Biobío.

El proyecto "Selección e incorporación de material genético resistente a *Varroa destructor* como medio para desarrollar una apicultura limpia", se realizó mediante el esfuerzo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, la Asociación de Apicultores de la Región del Biobío A.G. "BIOMIEL A.G." y la colaboración de asistentes técnicos.



2.2 Aspectos metodológicos

El proyecto surgió del problema sanitario que enfrentan cientos de apicultores chilenos debido a la acción dañina del ácaro *Varroa destructor*, cuyas consecuencias productivas han exigido la implementación de medidas de control que no han sido del todo eficaces ni eficientes. Por ello, el proyecto abordó el mejoramiento de la calidad de la abeja reina en términos de su resistencia o tolerancia genética al ácaro varroa, de manera que el control que se realice se pueda complementar sólo con productos de origen orgánico, a fin de disminuir los efectos residuales de productos de síntesis química que actualmente se utilizan, lo cual llevaría a mejorar la producción nacional de mieles destinadas a los mercados de exportación.

Para cumplir con este objetivo, los encargados del proyecto seleccionaron abejas resistentes a varroa desde colmenas locales de la Región del Biobío, basándose en características como la duración del período de operculado de crías de obreras, zánganos y/o reina, y los comportamientos grooming, higiénico y supresor de la reproducción del ácaro en celdillas de obreras.

El proyecto precursor también llevó a cabo una línea de trabajo orientada a mejorar el material genético local, con relación a la resistencia y tolerancia a varroa, mediante la incorporación de material genético proveniente de países donde se ha realizado mejoramiento genético para lograr dichas características.

El área de ejecución del proyecto comprendió tres zonas de la Región del Biobío, determinadas por la presencia de los apicultores asociados: Cañete (costa), Chillán (depresión intermedia) y Santa Bárbara (precordillera de Los Andes).



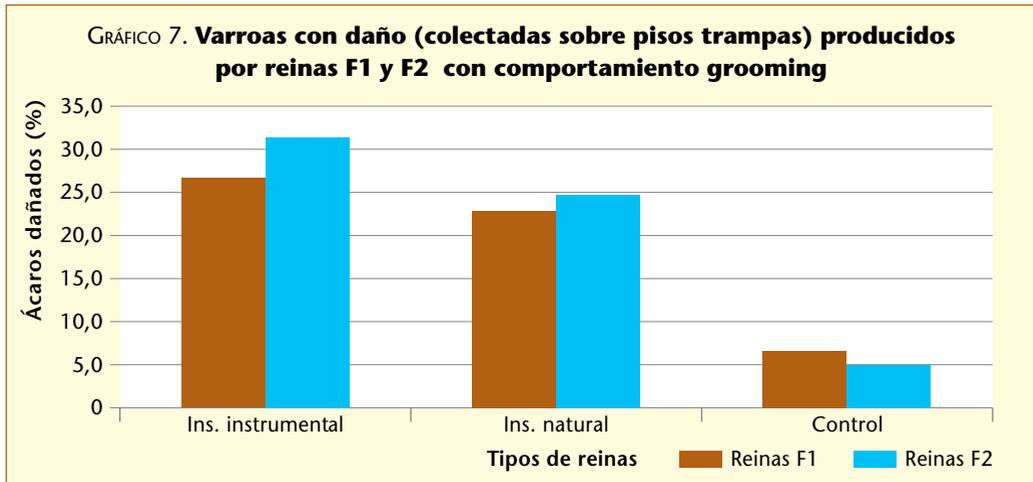
Una de las primera características analizadas en el proyecto precursor sobre el comportamiento de las abejas se basó en el comportamiento “grooming”. Los ejecutores del proyecto obtuvieron reinas hijas en aquellas colmenas que presentaron un comportamiento sobresaliente en el porcentaje de ácaros dañados por efecto de mordedura de los apéndices o cuerpo de las varroas, ocasionados por las abejas cuando se “acicalan” entre ellas como una medida de defensa a este cuerpo extraño (> 30% de ácaros dañados sobre pisos trampa).

La metodología empleada en la evaluación de las reinas fue similar a la realizada en una primera instancia en la búsqueda de este comportamiento en las colmenas de los distintos apicultores. Al final del proyecto se evaluaron 25 colmenas F1 y 25 F2, de las cuales 10 correspondían a reinas inseminadas artificialmente, 10 a reinas apareadas en forma natural y 5 a los controles en cada una de las dos generaciones.

Los resultados del proyecto se transfirieron a los apicultores asociados y beneficiarios del proyecto precursor mediante la entrega de abejas reinas resistentes a varroa.

2.3 Resultados

Los resultados del proyecto precursor muestran que entre el 26,7 y 22,7% de los ácaros recibidos en los pisos trampas de las reinas F1 presentaban algún tipo de daño en los apéndices o en el cuerpo. En la F2 estos valores fueron de 31,3 y 24,6% (Gráfico 7). Ambos ensayos fueron superiores al testigo (alrededor de 5%).



Durante la ejecución del proyecto se obtuvo descendencia de las reinas seleccionadas para evaluar el comportamiento higiénico en las colmenas seleccionadas, en dos generaciones: F1 y F2, en diciembre y febrero respectivamente. Se utilizó nitrógeno líquido para congelar un trozo de cría de todas las colmenas estudiadas. El criterio de selección para reproducir la siguiente generación fue que a las 24 horas de realizado el congelamiento, las abejas debían haber extraído más del 90% de las larvas muertas.



Congelamiento de crías



Crías congeladas con nitrógeno líquido



Colmenas con comportamiento higiénico rechazado



Colmenas con comportamiento higiénico aceptado

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la primera generación de reinas hijas de las seleccionadas. Se observa que el 50% de las colmenas estudiadas presenta una remoción mayor al 90% a las 24 horas de realizado el congelamiento de las crías. Este valor fue mayor que el observado en las cinco colmenas utilizadas como testigo y que no se les aplicó un mejoramiento para este comportamiento.

Las colmenas que presentaron un porcentaje mayor al 90% se seleccionaron y se multiplicaron con un sistema de crianza de reinas sin traslarve para obtener la siguiente generación.

CUADRO 5. Comportamiento higiénico de la generación F1

Nº de colmena	Tipo de inseminación	Nº celdas operculadas	Nº larvas extraídas	Extracción (%)
1	Instrumental	102	95	93,1
2		89	69	77,5
3		90	89	98,9
4		72	70	97,2
5		86	48	55,8
6		110	106	96,4
7		79	43	54,4
8		82	82	100,0
9		95	87	91,6
10		78	76	97,4
1	Natural	84	76	90,5
2		78	75	96,2
3		105	99	94,3
4		94	75	79,8
5		86	40	46,5
6		79	65	82,3
7		96	92	95,8
8		86	85	98,8
9		80	80	100,0
10		91	46	50,5
1	Control	78	12	15,4
2		94	28	29,8
3		87	8	9,2
4		66	30	45,5
5		84	68	81,0

El cuadro 6 muestra el resultado del comportamiento higiénico de las reinas hijas de las mejores de la generación F1. Se observa que alrededor del 65% de las colmenas extrajeron las larvas muertas, con una incidencia mayor al 90%, lo que indica que al seleccionar las mejores reinas aumenta el porcentaje de colmenas con conducta higiénica.

CUADRO 6. Comportamiento higiénico de la F2 (reinas hijas de las mejores de la generación F1)

N° de colmena	Tipo de inseminación	N° celdas operculadas	N° larvas extraídas	Extracción (%)
1	Instrumental	84	77	91,7
2		98	96	98,0
3		104	92	88,5
4		78	77	98,7
5		83	81	97,6
6		78	78	100,0
7		92	91	98,9
8		83	68	81,9
9		78	74	94,9
10		92	64	69,6
1	Natural	87	76	87,4
2		75	70	93,3
3		76	59	77,6
4		92	85	92,4
5		90	88	97,8
6		84	80	95,2
7		80	64	80,0
8		97	93	95,9
9		74	45	60,8
10		104	96	92,3
1	Control	85	12	14,1
2		97	30	30,9
3		81	54	66,7
4		76	32	42,1
5		94	17	18,1

Con el fin de conocer el efecto supresor de la reproducción de varroa SMR (suppress mite reproduction) se seleccionaron reinas que presentaron una densidad de ácaros por celda infestada igual a 1. Se realizó la crianza de reinas y se evaluó la generación F1.

Se utilizaron 10 colmenas con reinas que presentaron SMR y 10 colmenas control. Se esperó que el nivel de infestación de ácaros fuera lo suficientemente elevado (8 a 12%) para evaluar en la cría. Para ello se cortó un trozo de panal de cría de obreras (4 x 10 cm) con 150 celdas operculadas aproximadamente, y otro trozo de panal con 50 celdas de zánganos aproximadamente, ambas con un estado de desarrollo a ojos color púrpura.

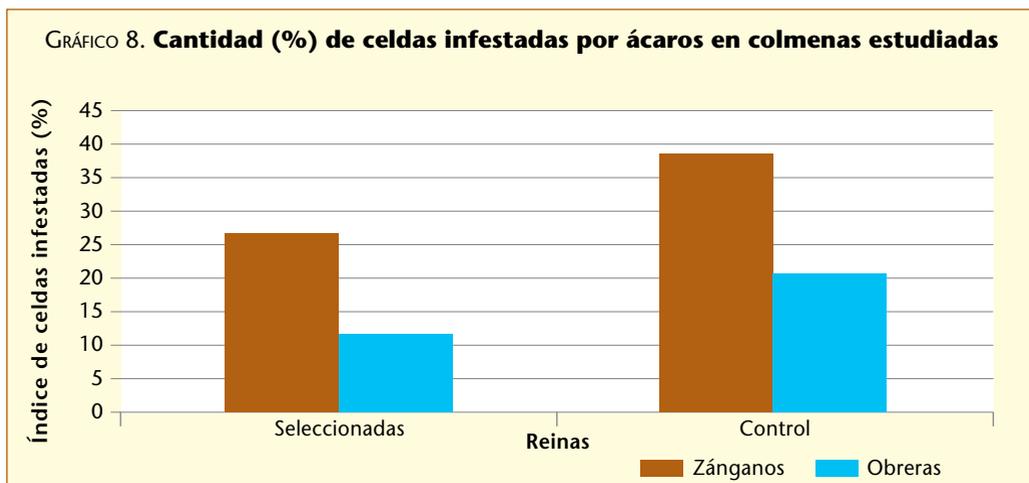


Larva de obrera infestada



Larva de zángano infestada

Como resultado se obtuvo que el porcentaje de celdas infestadas con ácaros de varroa fundadoras o madres en las colmenas SMR fue de 26% en zánganos y de 12% en celdas de obreras. En el caso de las colmenas control fue mayor en ambos, con 39 y 20% respectivamente (Gráfico 8). Se comprobó además la preferencia de los ácaros por las celdas de zánganos que tienen un mayor período de operculado.



Con relación a los cruzamientos selectivos, existe una gran expectativa respecto de solucionar el gran problema que causa la varroa, sin embargo, según los ejecutores del proyecto precursor es demasiado temprano para decir exactamente cómo y por qué esta técnica actúa.

Importación de reinas cárnicas de Austria

El proyecto precursor consideró entre sus objetivos la importación de reinas cárnicas desde Austria y se realizaron cruces con las abejas seleccionadas entre las mejores de la Región. Sin embargo, antes de finalizar la cuarentena se observó que 23 núcleos no estaban en las mejores condiciones de población y la reina estaba muerta o no se le encontró. El resultado final es que hay 35 reinas vivas que actualmente están en proceso de reproducción.

Cabe destacar que el proyecto precursor pudo consolidar la participación, con una selección previa, de una gran cantidad de apicultores de la Región del Biobío. Se estimó que una población de 3.000 familias de abejas era una cantidad suficiente para encontrar, a lo menos, uno de los cuatro caracteres de resistencia a *Varroa destructor* que fueron necesarios de evaluar para alcanzar los objetivos del proyecto.

► 3. Los productores del proyecto hoy

Los productores asociados al proyecto precursor actualmente se encuentran trabajando con las reinas mejoradas y obtienen mayores producciones de miel que antes del inicio del proyecto. Esta acción les ha permitido aumentar el valor de sus productos debido a la inocuidad que presenta, la cual, en conjunto con el valor de la flora regional, muestra expectativas optimistas sobre su futuro, tanto en el mercado interno como en el de exportación.

El interés mostrado por los apicultores de la Región del Biobío por trabajar con las abejas reinas mejoradas y los núcleos permite suponer su proyección futura favorable y su valor como alternativa de desarrollo del sector, específicamente en el segmento de la agricultura familiar campesina, quienes consideran esta alternativa de producción limpia como una opción de mejoramiento de sus explotaciones, ya que permitiría aumentar su productividad y posibilidades de acceso a mercados de alto valor que muestran una importante conciencia por el medio ambiente y seguridad alimentaria.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor y aprendido

Producto del análisis de ambos proyectos queda en evidencia el gran potencial y los aspectos por mejorar de la herramienta tecnológica que se presenta como innovadora para el rubro apícola de la Región del Biobío.

Esta iniciativa, más allá de mejorar en *Apis mellifera* el grado de tolerancia a *Varroa destructor*, también pretendió dar a conocer una alternativa productiva que permite aumentar la rentabilidad de las explotaciones apícolas; ello, mediante la restricción de los daños causados por agentes patógenos que amenazan habitualmente a las colmenas nacionales.

Los resultados del proyecto precursor no sólo deben considerarse desde la perspectiva de mejorar en *A. mellifera* su capacidad de soportar la acción de parásitos, sino también, desde el ámbito de la producción propiamente tal. Los resultados preliminares son optimistas respecto a los beneficios



económicos que se podrían obtener en las colmenas regionales, en comparación con los bajos indicadores productivos que se logran obtienen actualmente.

Por último, mediante la difusión de los resultados del proyecto precursor y aprendido se da a conocer una iniciativa que se orienta hacia la obtención de un margen mayor de ganancias para el apicultor, mediante la aplicación de técnicas de agricultura limpia sin la intervención de productos químicos para el control específico de *Varroa destructor* u otro patógeno dañino que afecte las explotaciones apícolas nacionales.

Anexos

Anexo 1. Literatura consultada

Anexo 2. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. **Literatura consultada**

- APICOOP. [En línea]. ProChile, Bélgica. <<http://www.prochile.be/downloads/apicoop.pdf>> [Consulta: julio, 2010].
- Apicultura. 2007. Comportamiento SMR, una defensa natural contra la varroa . [En línea]. <http://www.apicultura.entupc.com/nuestrarevista/nueva/notas/princ_comportamiento-smr-1.htm> [Consulta: julio, 2010].
- Apinetla. [En línea]. Programa de Mejoramiento Genético (MeGA). <<http://www.apinetla.com.ar/ar/genetica/mega.htm>> [Consulta: julio, 2010].
- Barrera, D. 2009. Comercio internacional apícola y avances intercensales. 11 pp. [En línea]. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura. Chile. <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2199.pdf>> [Consulta: julio, 2010].
- Barrera, D. 2008. El mercado de la miel a fines de 2008. 10 pp. [En línea]. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura. Chile. <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2129.pdf>> [Consulta: julio, 2010].
- Chevalet, C. & Cournet, J.M. 1982. Etude théorique sur la selection du caractere “producción de miel” chez l’ abeille. *Apidologie*. 13(1): 39-65.
- Díaz, L. [En línea]. Varroa, enemigo letal de las abejas. [En línea]. <<http://www.lajornadamorelos.com/opinion/articulos/85073-varroa-enemigo-letal-de-las-abejas>> [Consulta: julio, 2010].
- DIPRODE. 2009. Mejoramiento genético de abejas meleras (2009/11574). [En línea]. Formulario para la presentación de proyectos, Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas. Dirección de Proyectos de Desarrollo (DIPRODE). Uruguay. <http://www.diprode.opp.gub.uy/pacc/Conglomerado_apicola/Proyectos_apicola/Proyecto_Mejoramiento_genetico_apicola.pdf> [Consulta: julio, 2010].
- FAOSTAT. [En línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <<http://faostat.fao.org/default.aspx?lang=es>> [Consulta: julio, 2010].
- Fernández, M. 2010. Varroa, enemigo de las abejas. [En línea]. *Hypatia* N° 33. <http://hypatia.morelos.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=576&Itemid=508> [Consulta: julio, 2010].
- Guzmán, E. 2010. Manual para la cría de abejas reinas. 18 pp. [En línea]. Programa Nacional de Apicultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, México. <http://www.info-bee.com.ar/files/docs/cria_reinas.pdf> [Consulta: julio, 2010].
- INE. 2007. VII Censo Agropecuario y Forestal 2007. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). [En línea] <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07_comunas.php> [Consulta: julio, 2010].
- Invernizzi, C. y Harriet, J. [En línea]. Estrategias de lucha contra las enfermedades. Mejora genética del ganado y uso racional de los tratamientos. <<http://www.vidaapicola.com/tecnica/sanidad/estrategia.html>> [Consulta: julio, 2010].
- Jornada de Manejo Sanitario en Apicultura. 2007. 20 pp. [En línea]. Serie Actividades de Difusión N°500. Uruguay <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_500.pdf> [Consulta: julio, 2010].

ANEXO 2. **Documentación disponible y contactos**

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales del proyecto precursor se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<www.fia.gob.cl>).

Contacto: fia@fia.cl