



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Departamento de Ciencias de la Administración

TESIS DE MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN

“Desarrollo de un modelo matemático-computacional para el análisis de la cadena de valor de la apicultura en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, como apoyo a la toma de decisiones”

TESISTA : LIC. JUANA INES ZUNTINI

DIRECTOR : DR. HERNAN P. VIGIER

CO-DIRECTOR: DR. J. ALBERTO BANDONI

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

2015

PREFACIO

Esta tesis es presentada como parte de los requisitos para optar al grado académico de Magíster en Administración de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otras. La misma contiene un modelo matemático-computacional para ser utilizado como apoyo a las decisiones de la Cámara Apícola Pampero del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, bajo la dirección del Doctor Hernán P. Vigier y la Co-Dirección del Doctor Alberto Bandoni.

Bahía Blanca, 2 de Diciembre de 2015

Lic. Juana I. Zuntini

**Universidad Nacional del Sur
Departamento de Ciencias de la Administración**

Agradecimientos

A mi director y codirector de la tesis, por el tiempo, colaboración, asesoramiento y disposición permanente.

A la decana del Departamento de Ciencias de la Administración, a la secretaria de posgrado y la comisión de posgrado por la colaboración y disposición permanente.

A los directivos de la Cámara Apícola Pampero, por su asesoramiento y por brindarme la información.

A mi familia y amigos, por la ayuda incondicional.

Resumen

Argentina se ha consolidado como uno de los principales países productores y exportadores de miel; internacionalmente reconocido por el volumen y calidad de su producción. En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires se ha formado la Cooperativa Apícola Pampero que junto con la Cámara de Apicultores Pampero (ambas se denominan CAP) buscan el crecimiento y desarrollo de la actividad apícola en la región de forma sustentable. Es así que resulta de sumo interés para la CAP, contar con una herramienta de análisis que permita el estudio de la cadena de valor apícola, con la cual realizar sugerencias que optimicen el resultado del proceso productivo. En este sentido, el objetivo de la presente tesis es proporcionar un estudio preliminar de la cadena de la Cadena Apícola del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, a partir de analizar el escenario de estado estacionario en un período determinado del negocio, que coincide con un ciclo completo del mismo. Para llevar a cabo el estudio de la Cadena Apícola, se utiliza un enfoque de Programación Lineal; para el cual se hace uso de tecnologías modernas de modelamiento y optimización, como lo es el software General Algebraic Modelling Systems (GAMS). De modo que la presente tesis consiste en el desarrollo e implementación computacional de un modelo matemático que permite evaluar las decisiones de una empresa inmersa en la cadena de valor apícola, para optimizar el uso de los recursos y los costos y beneficios, en ambientes de gran incertidumbre y variabilidad económica como son los reales. Los resultados del caso de estudio, apuntan a sugerir que los productores coloquen todas las colmenas a polinizar únicamente en cultivos del valle y a producir núcleos, polen y miel.

Abstract

Argentina has become one of the leading producers and exporters of honey countries; internationally recognized for the volume and quality of production. In the southwest of the province of Buenos Aires it has formed the Cooperativa de Trabajo Apícola Pamperotogether with the Cámara de Apicultores Pamepero (both named CAP) seeking growth and development of beekeeping in the region in a sustainable way. Thus it is of great interest to the CAP, have an analysis tool that allows the study of beekeeping value chain, with which to make suggestions to optimize the result of the production process. In this sense, the objective of this thesis is to provide a preliminary study of the chain of Beekeeping Chain of the Southwest of the Province of Buenos Aires, from analyzing the scenario of steady state in a given period of business, which coincides with a complete cycle of the same. To carry out the study of the Beekeeping Chain, linear programming approach is used; for which use of modern technologies of modeling and optimization is done, as is the software General Algebraic Modeling Systems (GAMS). So this thesis is the development and computational implementation of a mathematical model to evaluate the decisions of a company undergoing beekeeping value chain, to optimize the use of resources and the costs and benefits large environments economic uncertainty and variability are as real. The results of the case study, point to suggest that producers put all hives to pollinate crops only in the valley and produce cores, pollen and honey.

Certifico que fueron incluidos los cambios y correcciones sugeridas por el jurado.

.....
Dr. Hernán P. Vigier

INDICE GENERAL

1. Capítulo 1: Introducción General	
1.1 Consideraciones generales	1
1.2 Objetivo General	6
1.3 Objetivos Particulares	6
2. Capítulo 2: Las Cadenas de Valor	
2.1. Marco conceptual de cadenas de valor	7
2.1.1. Antecedentes: el Modelo de Estructura Conducta Desempeño	7
2.1.2. El concepto de Cadena de Valor según Porter	10
2.2. Nuevos Aportes conceptuales a las cadenas de valor	13
3. Capítulo 3: La Apicultura en la Argentina	
3.1 La Apicultura en la Argentina: su situación actual	19
3.2 Acontecimientos relevantes en el mercado Apícola Argentino	22
3.3 Análisis FODA del Sector Apícola en Argentina	26
3.4 Características de los apicultores del Sudoeste	28
3.5 Instituciones de apoyo a la actividad apícola del sudoeste bonaerense	37
4. Capítulo 4: La Cadena de Valor Apícola Nacional y Regional	
4.1 Cadena Apícola Nacional	41
4.2 Cadena de valor Apícola para el Sudoeste Bonaerense	46
5. Capítulo 5: Los Modelos Matemáticos de Optimización	
5.1 Los Modelos Matemáticos y los Métodos de Optimización	49
5.2 Los problemas de Optimización	51
5.3 Los sistemas de Modelamiento y Optimización	53
5.4 Aplicaciones de Optimización en Problemas de Cadenas de Valor ..	54
6. Capítulo 6: Modelo de Optimización de la CVA del Sudeste de la Prov. de Bs.As.	
6.1 Consideraciones generales	57
6.1.1. Limitaciones del modelo	58
6.2 Esquema Compacto	59
6.3 Esquema Expandido	62
6.4 Desarrollo de un modelo de optimización de la CVA-SOPBA.	66

Modelo de estado estacionario tipo LP.....	
6.4.1 Función Objetivo	67
6.4.2 Restricciones de igualdad (balances en los diferentes niveles).....	68
6.4.3 Restricciones de desigualdad (límites de las variables)	73
6.5 Resultados Generales del Modelo de Optimización	74
6.6 Resultados de Estudios de Escenarios	76
6.6.1 Destinar 20% de las colmenas a GOM y el resto a OM	76
6.6.2 Destinar 20% de las colmenas a GOM , 30% a VONM y el resto a OM	78
6.6.3 Aumentar el precio del azúcar y del gasoil	79
6.6.4 Variaciones en el servicio de extracción de miel	80
7 Capítulo 7: Conclusiones	81
BIBLIOGRAFIA	84
ANEXOS	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama ECD	9
Figura 2.2: Cinco Fuerzas de Porter	11
Figura 2.3: Esquema Cadena de Valor de Porter	12
Figura 2.4. Tipos de Gobernanza	17
Figura 3.1: Producción de miel en Argentina	20
Figura 3.2: Evolución de las exportaciones de miel en Argentina	21
Figura 3.3: Escala de producción y colmenas	29
Figura 3.4: Apicultores por escala poblacional de su residencia	29
Figura 3.5: Familias involucradas por escala poblacional	30
Figura 3.6: Productores Trashumantes y Fijistas por escala de producción.....	31
Figura 3.7: Cantidad de colmenas de acuerdo a la edad de los apicultores.....	35
Figura 3.8: Estructura Costos Campaña 2012-2013	36
Figura 4.1: Cadena de valor Apícola Argentina	41
Figura 6.1: Esquema Compacto de la Cadena Apícola del Sudoeste Bonaerense	61
Figura 6.2: Esquema Expandido de la Cadena Apícola del Sudoeste Bonaerense	63
Figura 6.3: Resultados del análisis de sensibilidad sobre costo del gas oil y precio del azúcar	79
Figura 6.4: Resultados del análisis de sensibilidad sobre costo servicio de extracción de miel	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 6.1: Análisis de variación de precios. Datos suministrados por la CAP.	66
Tabla 6.2: Resultados óptimos de la optimización de la cadena con distribución libre de las colmenas	75
Tabla 6.3: Resultados óptimos forzando una cantidad de 100 colmenas a cultivos de girasol	77
Tabla 6.4: Resultados óptimos para la distribución de colmenas: 150 valle, 250 otros cultivos, 100 girasol	78

CAPÍTULO 1

Introducción General

1.1. Consideraciones Generales

La globalización, la apertura de los mercados, y la formación de bloques, tratados y/o acuerdos comerciales son las expresiones de las nuevas relaciones económicas a nivel mundial. En este sentido, la producción agropecuaria registra cambios dinámicos, intervención y participación de nuevos componentes y actores, generando procesos cada vez más complejos. Es así que este sector, como actividad económica, requiere ser más competitivo para mantenerse, posicionarse mejor o bien perder posicionamiento u otras oportunidades en los mercados nacionales e internacionales. El conocimiento, el dominio de técnicas, la capacidad de innovar y la calidad, ganan relevancia frente a la condición de contar con una abundante dotación de recursos naturales.

Estas nuevas características del comercio mundial, han llevado a que adquiera mayor relevancia el concepto de cadena de valor. Esta es una metodología que permite abordar la variedad de problemas en productos, servicios, funciones y regulaciones, donde se requieren equipos multidisciplinares que aprovechen las sinergias profesionales en la búsqueda de soluciones viables y sostenibles para todos los integrantes de la cadena. Es decir, analiza el proceso que sigue un producto desde la obtención de materia prima, procesamiento, transporte y distribución, e identifica qué factores y agentes de la cadena inciden sobre la misma. De esta manera, al entender los obstáculos no sólo presentes en una parte de la cadena, sino en el conjunto de relaciones, actores y acceso a servicios de apoyo, las intervenciones de cooperación pueden diseñarse de manera mucho más adecuada y se puede lograr un impacto más sostenible. Esto último puede realizarse ya sea en los llamados enlaces horizontales, esto es, relaciones entre agentes que trabajan en un mismo nivel de la cadena de producción; y, por otro, en las relaciones verticales, aquellas que se establecen entre actores de distintas fases del proceso (CODESPA, 2010).

El concepto de cadena de valor fue descrita por Porter (1997) e incluye las actividades empresariales y su forma de actuación, clasificándolas en primarias (producción, logística, marketing de ventas y servicio de postventa) y de apoyo (infraestructura empresarial, recursos humanos, desarrollo tecnológico y aprovisionamiento), debiendo estar todas ellas coordinadas. Esta coordinación puede establecerse tanto en forma directa como indirecta, y desarrolladas en los diversos eslabones de la misma, tratan de satisfacer al cliente final, el consumidor, a través de una serie de funciones, no solamente productivas, sino financieras, informativas y de análisis (Briz, I, 2013). El punto de partida en la cadena de valor agropecuaria es ser útil al consumidor y, en consecuencia, crear valor, que se mide tradicionalmente por lo que el consumidor esté dispuesto a pagar.

El enfoque de análisis de cadenas de valor, permite desarrollar estrategias en busca de establecer relaciones de colaboración mutua entre los distintos actores involucrados con el fin de fortalecer sus capacidades y las del sector en sí mismo. Esto permite tener una visión integral del negocio, evaluando simultáneamente los eslabones detrás y delante del producto, como así también los que se encuentran al mismo nivel, con el objeto de implementar actividades estratégicas que se ejecuten en principio por eslabón. Esta actividad permite abordar problemas comunes e individuales, así como lograr mayor colaboración y articulación entre los actores. Es decir, según Iglesias (2012), se busca la colaboración estratégica de empresas con el propósito de satisfacer objetivos específicos de mercado en el largo plazo, y lograr beneficios mutuos para todos los eslabones de la cadena. El surgimiento de las cadenas de valor, como una estructura organizacional, refleja la continua evolución de la economía de mercado, representando un marcado cambio en el comportamiento del “management” y estrategias organizacionales

El nuevo modelo de organización de la producción configura una red –constituida por instituciones, empresas, operadores individuales y organizaciones gremiales– que establecen relaciones por donde fluyen conocimientos incorporados, vía insumos y maquinarias, o desincorporados, a través de asesoramientos, servicios y/o diversos contactos. A nivel agropecuario, la mayor complejidad del paquete agronómico traslada parte del poder de decisión desde el productor a los oferentes de insumos y maquinarias, a los contratistas, las organizaciones de ciencia y técnica

y gremiales, e, incluso, a los compradores ubicados “aguas abajo” en la actividad. Existe un hilo conductor que enlaza el accionar de cada uno de los componentes de la red: el éxito individual depende del éxito del conjunto (Bisang, Anlló, Campi, Albornoz, 2009).

Para una sociedad como la argentina, el desafío tiene caminos no excluyentes en una estrategia futura: i) ampliar y fortalecer el modelo productivo en las fases iniciales y ii) escalar hacia algunas etapas más complejas en determinadas cadenas de valor. Para ello se torna necesario el fortalecimiento de estrategias de mediano y largo plazo, que unan acciones públicas y privadas a fin de minimizar las dificultades tecnológicas y productivas que demanda una creciente integración en las fases más dinámicas de las cadenas de valor agroindustriales (Bisang, Anlló, Campi, Albornoz, 2009).

La cadena de valor que se analiza en la presente tesis es la apícola y más precisamente, la ubicada en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. La misma se encuentra dentro del Plan Estratégico Apícola Nacional (PEA 2017) y del Plan Estratégico Productivo Buenos Aires (PEPBA 2020). El primero fomenta, para la cadena en cuestión, que Argentina en el 2017 se transforme en líder mundial del mercado de productos apícolas altamente valorados sobre la base de un crecimiento y desarrollo organizado, competitivo y sostenible desde la perspectiva económica, social y ambiental. Mientras que el segundo, busca un desarrollo integral de la Provincia fortaleciendo las principales actividades productivas y promoviendo fundamentalmente aquellas que fomenten el desarrollo local. En este sentido, se pretende promocionar actividades que impliquen agregado de valor en origen, sustitución de importaciones, aumento de las exportaciones y creación de nuevos puestos de trabajo, institucionalizando una metodología participativa de diseño y gestión de políticas públicas que articule a los sectores públicos y privados, en el marco de un espacio propicio para acordar políticas de estado.

Argentina se ha consolidado como uno de los principales países productores y exportadores de miel; internacionalmente reconocido por el volumen y calidad de su producción. La actividad apícola no se limita a la obtención de productos de la colmena (principalmente miel, y en menor proporción, polen, propóleos, jalea real,

cera), sino que involucra actividades tales como servicio de polinización, producción de material vivo, fabricación de insumos e indumentaria, etc.

Según datos de la Subsecretaría de Desarrollo de Economías Regionales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, la producción es casi mayoritariamente de materia prima sin elaborar, miel en tambores.

La cuenca melífera más importante se corresponde con la región fitogeográfica Pampeana, y más del 40% de la miel exportada se produce en territorio bonaerense, especialmente en el centro y sur de la provincia (Tourn-Marconi, 2013). En esta región, los campos de producción mixta agrícola-ganadera presentan una flora melífera cultivada y espontánea que permite la obtención de mieles de aromas suaves, colores claros y bajo contenido de humedad, muy buscadas en el mercado internacional.

Con la intención de apoyar esta actividad en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en Marzo del año 2012 se formó la Cooperativa Apícola Pampero que tiene como finalidad lograr una entidad cooperativa integrada por productores apícolas, investigadores, técnicos, operarios, personal administrativo e instituciones públicas que permitan una actividad autosustentable. Unos meses más tarde, se crea la Cámara Apícola Pampero con el objeto de agrupar a los productores de la región y establecer trabajos en conjunto con la Cooperativa.

A lo largo de la presente tesis, se utilizará la sigla CAP como referencia a la entidad conformada por la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Ltd. y la Cámara de Apicultores Pampero. Por lo que la CAP queda conformada por 22 Técnicos y 33 grupos de productores (333 apicultores, 100.000 colmenas) que conforman la Cámara. Todos los análisis realizados en el presente trabajo se basan en la información brindada por ambas instituciones y sobre su área de influencia, el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires.

De acuerdo a un análisis preliminar realizado por profesionales del Plan Estratégico Productivo Buenos Aires 2020, se pudo determinar que la cadena de valor del

sector apícola para el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires está conformada por :

- a) Proveedores de Materiales e insumos
- b) Servicios Técnicos (SENASA, INTA, UNS)
- c) Insumos Veterinarios
- d) Laboratorios
- e) Productores primarios
- f) Salas de extracción
- g) Fraccionadores (Distribuidores Mayorista y Minoristas)
- h) Acopiadores que venden al Exportador.

Cada uno de estos eslabones enlaza relaciones, ya sean verticales y horizontales entre los diversos miembros que conforman dicha cadena.

Descripta la complejidad de la cadena de valor apícola del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, resulta de gran utilidad contar con un modelo matemático-computacional que permita evaluar la cadena de valor apícola para que una empresa dada pueda optimizar recursos y ganancias, en ambientes de gran incertidumbre y variabilidad económica como son los reales. Se busca desarrollar una herramienta de soporte a la toma de decisiones útiles para los integrantes de la cadena, promoviendo el conocimiento de las ventajas y de las posibilidades que existen para implementarlas como herramienta esencial para mejorar significativamente los niveles de competitividad sectorial.

El área de referencia del presente estudio abarca la región sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Según los Fundamentos de la Ley del Sudoeste Bonaerense (Ley Provincial Nro. 13.647), esta región representa aproximadamente el 25% del territorio de la provincia de Buenos Aires. Según la misma, dentro de esta área se consideran únicamente los partidos de Adolfo Alsina, Saavedra, Puán, Tornquist, Coronel Rosales, Coronel Dorrego, Bahía Blanca, Suarez y Pringles.

1.2. Objetivo General

Estudio de la Cadena de Valor Apícola del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires y el desarrollo e implementación computacional de un modelo matemático de administración óptima como herramienta de apoyo al proceso de toma de decisiones.

1.3. Objetivos Particulares

- Desarrollar un modelo matemático de administración óptima de sistemas apícolas.
- Implementar a través de una herramienta computacional dicho modelo con interface de usuarios de uso sencillo.
- Poner en valor la utilización de dicha herramienta computacional como base para la toma de decisiones de la cadena de valor apícola.
- Releva las diferentes ventajas y beneficios para los distintos actores, como así también las falencias y debilidades.
- Analizar diferentes escenarios presentes en la cadena de valor apícola mediante el modelo y herramienta computacional desarrollada.
- Realizar un diagnóstico de las cadenas en términos de puntos críticos y articulaciones, flujos y redes generadas.

La presente tesis, pretende ser algo innovador, ya que no existen análisis de este tipo en el sector, además de aportar una herramienta sumamente importante para la toma de decisiones, en un momento en que, a pesar del avance de la tecnología, gran parte de las decisiones estratégicas de los productores se toman en base a la experiencia.

CAPÍTULO 2

Las Cadenas de Valor

2.1. Marco Conceptual Cadena de Valor

2.1-1. Antecedentes: el Modelo de Estructura Conducta Desempeño

Una visión global de las últimas décadas muestra que en los años 60 el objetivo prioritario de la gestión empresarial era minimizar los costes, buscando una mayor innovación en los sistemas productivos. En los 70 se mantiene el interés en los costes, pero incorpora elementos como la calidad, desarrollo de nuevos productos y tiempo de entrega. El siguiente paso en los 80 es la profundización en coste y calidad, incorporando la seguridad alimentaria. Es a partir de los 90 cuando aparece en escena de forma preponderante la gestión de la cadena de valor (Briz, 2013).

Quizás, el antecedente conceptual más cercano a los intentos de definir un marco teórico que incorpore la noción de Cadenas de Valor, es la Teoría de la Organización Industrial. El punto de partida de la Organización Industrial es el conocido "Paradigma Estructura-Conducta-Desempeño" (ECD), que visualiza los elementos de la estructura de mercado (concentración del mercado, condiciones de entrada y grado de diferenciación del producto), que determinan la conducta de las empresas (precio, investigación, inversiones, publicidad, etc.) y ésta a su vez determina el desempeño de ellas mismas, el cual se refleja en variables como la relación entre el precio y el costo marginal, gama de productos, tasa de innovación, beneficios y capacidad de distribución. Este modelo se le atribuye a Mason (1939), continuado por otros economistas como Bain (1958) y Scherer (1980).

El paradigma descrito se basa en el supuesto según el cual, la industria alcanza un buen desempeño si la producción de bienes y servicios, satisface los deseos de la sociedad. Se entiende como buen desempeño de los factores a la eficiencia en la asignación de los recursos, al logro del progreso técnico y organizativo, a la distribución equitativa del ingreso y estabilidad del empleo (Dichiara, 2005). Desde el punto de vista microeconómico, la eficiencia asignativa se alcanza cuando el

mercado logra una solución competitiva, en el sentido de que el precio alcanzado es igual al costo marginal de producción. No obstante, no es el único objetivo deseable, en tanto la solución alcanzada este lo más cerca posible del punto de competencia perfecta.

Para Bain (1959), la estructura se refiere a la forma en que las empresas que integran una industria se organizan, siendo sus principales variables: concentración de vendedores y compradores, la diferenciación de productos y las barreras de entrada. El comportamiento en el mercado, se refiere a los patrones de conducta que las empresas siguen para ajustarse o adaptarse al mercado en el que operan. Es decir, las acciones que las empresas emplean para la determinación de los precios, la producción, de las características del producto, los gastos de venta y los gastos en investigación y desarrollo. El desempeño se refiere a los resultados finales obtenidos por las empresas debido a la estructura y el comportamiento del mercado en el que se encuentran. Este se mide más que nada, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Los estudios analíticos de este paradigma fundamentan que los principales, y quizá los únicos, determinantes de la competencia en un mercado o industria eran el número y la concentración de las empresas que se encontraran en él. De hecho, ha habido una gran cantidad de trabajos empíricos que dieron apoyo a la muy estudiada hipótesis de que una mayor concentración industrial aumentaría los beneficios de las empresas, basándose en el mencionado paradigma.

Si bien los postulados del paradigma ECD son bastante lógicos, el mismo enfoca al mercado como un ente estático incapaz de cambiar, con lo cual la relación entre estructura, conducta y desempeño siempre va a ser unidireccional. Estudios posteriores, introdujeron el concepto de eficiencia económica, con lo que niveles más altos de rentabilidad en industrias concentradas, podían deberse a esto último, más que a una estrategia de precios. En la Figura 2.1 se puede observar un resumen del mencionado paradigma.

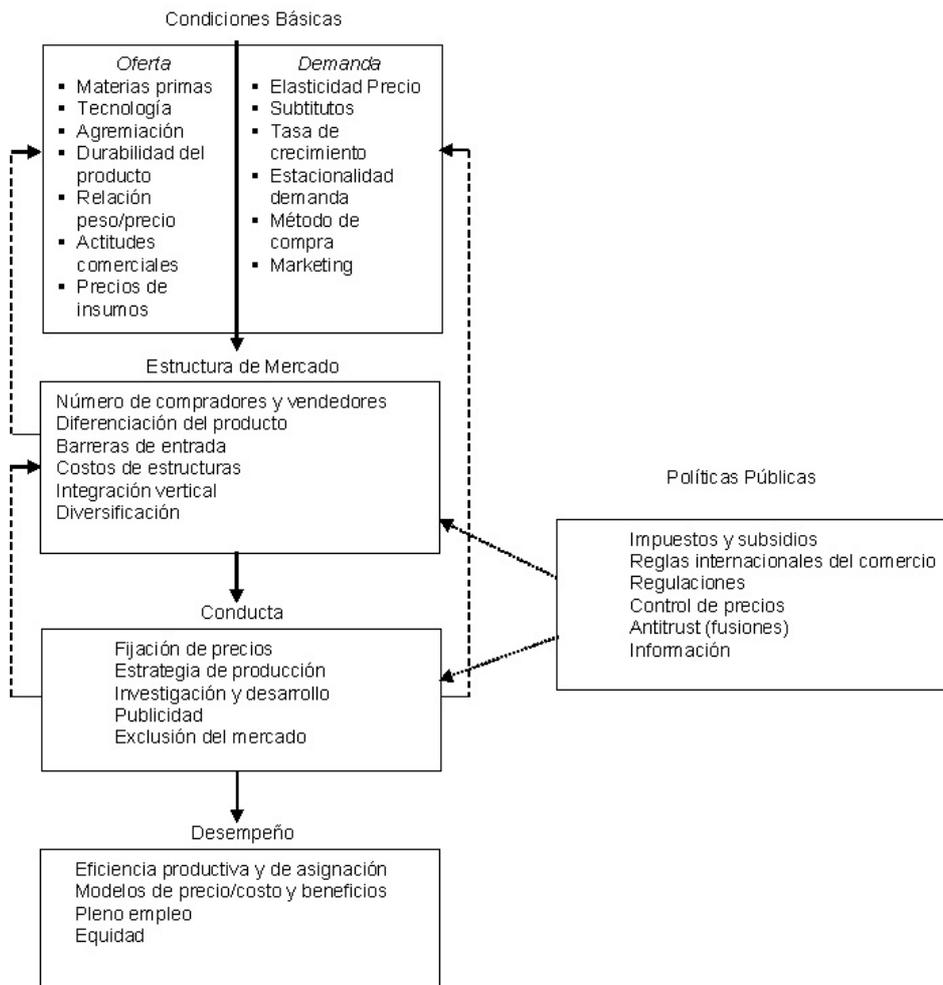


Figura 2.1: Diagrama ECD.

Fuente: Scherer, F.M., Industrial Market Structure and Economic Performance, 2 ed., Houghton Miffling Company, 1980, pág. 4.

El Paradigma ECD, es el primer intento conceptual que articula el efecto integral y los posibles efectos de todos los componentes que afectan el resultado de las transacciones en un mercado, y por lo tanto, de los componentes que aquejan el valor de las mercancías. Es decir, y como puede apreciarse en el Diagrama ECD de la Figura 2.1, el concepto de valor de las mercancías está influido por los condicionantes de oferta y demanda, y en esos condicionantes se encuentran, clientes y grado de negociación de los mismos (número de compradores), proveedores (costos de estructura y grado de integración vertical), competidores, y amenaza de nuevos competidores (número de vendedores y barreras a la entrada); todos son los elementos que utiliza Porter para desarrollar su teoría de Cadena de Valor de las mercancías.

2.1-2. El concepto de Cadena de Valor según Porter.

Porter, retomó los fundamentos del paradigma ECD, para analizar determinadas industrias y es a principios de los ochenta, cuando publica su prestigioso libro "Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia" (Porter, 1982), en el cual desarrolla un esquema - el conocido Modelo de las Cinco Fuerzas- que permite realizar un análisis integral sobre la estructura de las industrias y con ello determinar cuáles son los factores que a nivel industria, determinan la competitividad de las empresas y por ende su éxito o fracaso, proponiendo las llamadas estrategias genéricas que las empresas podrían utilizar para competir. El esquema desarrollado por Porter se centra en las variables externas a la empresa, a las que se ha considerado los verdaderos factores explicativos de los rendimientos empresariales. Bajo esta óptica, las condiciones de los mercados en los que se desenvuelve la actividad de cada empresa delimitan sus posibilidades de comportamiento y determinan finalmente sus resultados.

Las empresas están rodeadas de los cinco factores fundamentales dentro de una industria y debe aprender a controlarlos muy bien para sobrevivir en el mercado y tomar buenas decisiones.

Como se observa en la Figura 2.2, este modelo se conoce normalmente como "Las Cinco Fuerzas de Porter" y comprende:

- Amenaza de nuevos competidores: esta fuerza hace referencia a que cuando en un sector de la industria se obtienen elevadas ganancias y muchos beneficios por explorar un producto, entonces no tardará la llegada de nuevas empresas para aprovechar las oportunidades que ofrece ese mercado, por lo que aparecerán otros productos, aumentando la competencia y disminuyendo la rentabilidad.
- Amenaza de posibles productos sustitutos: un producto sustituto es aquel que satisface las mismas necesidades que un producto en estudio. Constituye una amenaza en el mercado porque puede alterar la oferta y la demanda, sobre todo, cuando estos productos se presentan con bajos precios, buen rendimiento y buena calidad.

- Poder de negociación de los proveedores: mientras más proveedores existan, menor es su capacidad de negociación porque hay diferentes ofertas de insumos.
- Poder de negociación de los clientes: es similar al punto anterior, solo que visto desde el lado de los clientes.
- Rivalidad entre competidores existentes: Según Porter, ésta quinta fuerza es el resultado de las cuatro fuerzas anteriores y la más importante en una industria porque ayuda a que una empresa tome las medidas necesarias para asegurar su posicionamiento en el mercado a costa de los rivales existentes.



Figura 2.2.: Cinco Fuerzas de Porter
Fuente: Porter, 1982.

De esta manera, Porter (1997), basado en el modelo de las Cinco Fuerzas, propuso la cadena de valor como la principal herramienta para identificar fuentes de generación de valor para el cliente. Cada empresa realiza una serie de actividades para diseñar, producir, comercializar, entregar y apoyar a su producto o servicio. La cadena de valor identifica nueve actividades estratégicas de la empresa, cada una con un costo, a través de las que se puede crear valor para los clientes, estas 9 actividades se dividen en 5 actividades primarias y 4 de apoyo.

Las actividades primarias, son las actividades implicadas en la creación física del producto y su venta y transferencia al comprador, así como la asistencia posterior a la venta. En cualquier empresa, las actividades primarias pueden dividirse en cinco categorías genéricas: logística interna, operaciones, logística externa,

mercadotecnia y ventas y servicio. Las actividades de apoyo sustentan a las actividades primarias y se apoyan entre sí, proporcionando insumos comprados, tecnología, recursos humanos y varias funciones de toda la empresa. Estas se denominan, de infraestructura de la empresa, administración de recursos humanos, desarrollo tecnológico y adquisiciones. En la Figura 2.3 se puede observar la distribución de las actividades.



Figura 2.3: Esquema Cadena de Valor de Porter
Fuente: Porter, 1997.

Como se puede apreciar en el modelo de Porter, la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes de contribución que estas aportan.

Las actividades dentro de la cadena de valor, están inmersas dentro de lo que Porter llama el sistema de valor, que está conformado por:

- Cadena de valor de los proveedores.
- Cadena de valor de otras unidades del negocio.
- Cadena de valor de los canales de distribución.
- Cadena de valor de los clientes

A su vez, existen vínculos con los proveedores, con los clientes, entre los procesos de una unidad empresarial y entre las unidades de negocio dentro de la empresa.

En definitiva, la cadena de valor de una empresa está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan. El análisis de la misma es realizado con el objeto de identificar las ventajas competitivas. Las actividades de valor están relacionadas por eslabones dentro de la cadena de valor. Los eslabones son las relaciones entre la manera en que se desempeñe una actividad y el costo o desempeño de otra. La ventaja competitiva generalmente proviene de los eslabones entre las actividades.

2.2. Nuevos Aportes Conceptuales a las Cadenas de valor

Porter utiliza la figura de la cadena, pero en un contexto microeconómico sistémico centrado en el proceso de creación de valor por parte de la empresa a través del análisis de su cadena de valor que es un concepto alternativo a la caja negra de la función de producción.

Shapiro (2001), incorpora dos actividades más a las actividades de soporte que son las tecnologías de la información y la administración de la cadena de suministro (una red de unidades de negocio con relaciones múltiple). Esta última es un caso especial de la cadena de valor, para empresas que fabrican o distribuyen productos. Las tecnologías de la información pueden ser una base en la que asentar las ventajas en costes, ya que permiten optimizar múltiples procesos reduciendo los costes de gestión y de coordinación. El acceso directo y en tiempo real a la información compartida por proveedores, empresa y clientes, permite generar rutinas valiosas que ahorran costes de gestión y crean valor en el conjunto del sistema. La incorporación de ambas actividades refleja la tendencia de que las actividades de apoyo, se están convirtiendo en la parte más grande de la actividad global de la cadena, por encima de las actividades primarias. Según dicho autor, para ser competitivo las empresas deben hacer uso de los datos, modelos y sistemas de modelamiento para optimizar y coordinar la cadena de valor.

En los últimos años se ha desarrollado una línea de investigación centrada en el estudio de las cadenas de valor globales. Algunos autores que se han concentrado en ellas son Kaplinsky (1999), Kaplinsky (2002) y Gereffi et al (2001).

Kaplinsky (1999), define la cadena de valor como todas las actividades para que un producto o servicio; desde su concepción hasta sus distintas fases de producción, pudiendo involucrar distintas combinaciones de transformación física, de insumos y de diferentes servicios; sea entregado a disposición del usuario final y su posterior desecho. Según dicho autor, existen tres motivos por los que es importante el análisis de las cadenas de valor en esta era de la globalización:

- Por la relevancia que está tomando la competitividad sistémica, producto de la creciente división del trabajo y la dispersión global de la producción de componentes. Esto permite el análisis y la identificación de las competencias básicas de la empresa, llevando a externalizar aquellas funciones donde no tiene competencias distintivas.
- Por la eficiencia en la producción, que es sólo una condición necesaria para penetrar con éxito en los mercados globales,
- Por la entrada en los mercados globales que permite un crecimiento sostenido de los ingresos y requiere una comprensión de los factores dinámicos dentro de toda la cadena de valor.

Este autor incorpora este concepto, básicamente, para discutir el problema del desarrollo de producciones locales y regionales que puedan mejorar el ingreso de poblaciones marginadas. Este análisis permite, identificar factores críticos que condicionan el acceso a determinados bienes y servicios, identificando los sectores en los que se requieren intervenciones estatales.

Gereffi et al (2001), ponen énfasis en los vínculos, éstos se relacionan con la capacidad de la cadena para integrar, conectar diversos espacios y actores, y causar sinergias de aprendizaje las cuales conlleven a trayectorias de crecimiento, lo que en última instancia se persigue. Básicamente son dos los conceptos fundamentales sobre los que se centra el análisis de las cadenas globales: el concepto de gobernanza y el de mejora. La primera noción hace referencia a la coordinación de los distintos agentes que conforman la cadena a fin de garantizar la eficiencia de todo el proceso. Este autor introduce el concepto de la gobernanza impulsada por el comprador (son intensivas en trabajo y se agrupan en torno a la producción de bienes para el consumidor) e impulsadas por el proveedor, desde la

oferta (se asocia con grandes fabricantes, empresas transnacionales, intensivas en tecnología y alta coordinación de las redes de producción, hacia atrás y hacia delante). La segunda noción, determina que la vía más accesible de escalamiento (upgrading) sería la mejora en procesos; a continuación se situaría la mejora en productos; se continuaría con la mejora funcional; para terminar con las mejoras de cadena o los movimientos de carácter inter-sectorial.

Además, sus estudios se han centrado en el papel de las grandes empresas líderes, que llevan a cabo la integración funcional y coordinan las actividades dispersas internacionalmente. Gobernando la cadena, estas empresas líderes globales también estructuran las oportunidades de mejora de los productores locales. Todo análisis de cadenas globales de valor enfatiza que los productores locales aprenden mucho de los compradores globales sobre cómo mejorar sus procesos de producción, lograr una calidad muy buena y constante y aumentar la velocidad de respuesta. Este efecto de mejora es particularmente importante para los productores locales, nuevos en el mercado global, donde el conocimiento requerido para mejorar descende por la cadena, siendo los clientes la fuente más importante de conocimiento sobre procesos y mercados. Es así, que el análisis de la cadena global de valor surgió inicialmente al reconocerse el papel de los compradores globales en la creación de redes globales de producción y comercialización.

En definitiva, la información sobre cadenas globales de valor aporta una visión muy diferente sobre vínculos entre empresas y flujos de conocimientos. También se interesa por la mejora, donde el conocimiento requerido para realizarla fluye a través de la cadena. Además, brinda a las pymes en países en desarrollo, crecientes oportunidades de negocio, así como una vía indirecta para participar activamente en la globalización, siendo el análisis de estas cadenas una herramienta gerencial para identificar fuentes de ventajas competitivas. Se trata de un esquema conceptual desarrollado para diagnosticar y mejorar la capacidad competitiva de las empresas e identificar oportunidades, a la vez que permite localizar las relaciones de verticalidad, complementariedad y de enlace entre diferentes fases de procesamiento en el seno de los sistemas. Fundamentalmente, el método permite evidenciar las sinergias, y los efectos externos, las relaciones de cooperación y de

influencia y los nudos estratégicos, cuyo control asegura el dominio de ciertos agentes.

Las autoridades públicas pueden estimular los procesos de mejora de las pymes efectivamente integradas en cadenas globales, a fin de preservar su competitividad, incrementar su capacidad de creación de valor y propiciar su adaptación a los cambios en las condiciones de competencia. En este sentido, resulta esencial para las pymes involucrarse en un proceso innovador continuo orientado a la mejora de sus productos, de sus procesos y a la mejora funcional, para que proporcione un posicionamiento más ventajoso en las mismas.

Debido al carácter limitado del sistema de gobernanza aportado por Gereffi et al, inicialmente, con dos estructuras extremas de gobernanza desde la oferta o la demanda, presentando un marco estático que asocia a las cadenas a uno de los dos polos; surge un nuevo enfoque (Gereffi, et al 2005) estableciendo una tipología de cinco tipos de gobernanza distinguiendo los enlaces en tanto mercado, modular, relacional, cautividad y jerárquica, caracterizados por tres aspectos transversales (complejidad en la transmisión de información, posibilidades de codificación-transmisión eficiente de información, capacidad de los proveedores para cumplir los requerimientos), analizando de esta manera la gobernanza a nivel empresarial. Esta nueva clasificación permite reconsiderar las relaciones de poder e intercambio dentro de las cadenas globales con énfasis en los medios utilizados por las empresas dominantes y, además, genera un marco teórico que permite conocer mejor la relación de los diferentes actores dentro de los distintos eslabones de las cadenas globales. Esta posibilidad de análisis en cada entronque de la cadena resulta en que a lo largo de ella pueden darse diferentes interacciones de gobernanza y también cambios en los cuales el liderazgo se puede invertir desde la oferta a la demanda y viceversa.

<p>Coordinación mediante el mercado: acuerdos caracterizados por precios al contado o transacciones repetidas en las cuales los costos de cambiar los socios son bajos en ambas partes de la cadena. Tanto el comprador y el vendedor no necesitan cooperar en la definición del producto, bien porque éste se encuentra estandarizado, o porque el proveedor posee suficiente capacidad para proporcionar un resultado satisfactorio. Las transacciones tienen un carácter marcadamente impersonal.</p>
<p>Cadenas de valor modulares: en estas redes industriales los proveedores fabrican productos sujetos a las especificaciones de los clientes, pero con plena autonomía en cuanto a la organización, las competencias y las tecnologías aplicadas. Utilizan maquinaria genérica, de modo que no se encuentran atados a clientes concretos. Este tipo de cadenas son características, por ejemplo en la industria electrónica.</p>
<p>Cadenas de valor relacionales: cuando no resulta posible codificar todos los aspectos vinculados a las transacciones, surgen redes industriales caracterizadas por interacciones complejas entre compradores y vendedores, que mantienen relaciones de cooperación basadas en la reputación y la confianza mutua. Los distritos industriales italianos constituyen un ejemplo de este tipo de cadenas, que son también características, entre otras, de la industria automovilística.</p>
<p>Cadenas de valor cautivas: en estas cadenas, pequeños proveedores legalmente independientes mantienen una situación de subordinación económica de hecho respecto a grandes compradores, debido frecuentemente a la existencia de inversiones en activos específicos relacionados con el cliente que generan costos hundidos.</p>
<p>Cadenas de valor jerárquicas: el actor principal de la cadena son empresas transnacionales, integrada verticalmente con vínculos de control respecto al resto de las empresas que participan en ella mediante relaciones de propiedad.</p>

Figura 2.4. Tipos de Gobernanza

Fuente Elaborado por Díaz y Valenciano con base en Gereffi, *et al.*, 2005, pp. 83-84, Sturgeon, 2009, pp. 118-119, en Porras (2012).

Tal como menciona Porras-Salazar (2012, pág. 25.), “la gobernanza global en su carácter macro o superestructural se debe incorporar seriamente en el análisis, ya

que destaca el fuerte papel que juega la empresa líder en toda la cadena mediante la determinación de patrones de producción e innovación. La influencia de las políticas e iniciativas de diversos actores externos a las cadenas determina las instituciones según las cuales operan los vínculos de los actores y, aún más, determinan una especie de ideología”.

Resumidamente, la perspectiva sistémica integra tres niveles importantes en el sistema de cadena de valor, y permite descubrir potenciales cuellos de botella en ellos y en sus interacciones dinámicas:

- Actores de cadena de valor: Los actores de la cadena que se encargan directamente de los productos, es decir: producen, procesan, comercializan y son propietarios/as de ellos.
- Proveedores de la cadena de valor: Los actores que, aun cuando nunca se ocupan directamente del producto, brindan servicios que agregan valor al producto.
- Actores influyentes en la cadena de valor: El marco regulador, las políticas, infraestructuras, tanto en los ámbitos local, nacional e internacional, etc.

En general, todos los estudios de cadenas de valor tratan de abarcar una diversidad de temas relevantes para presentar una visión integral de la actividad objeto del análisis.

CAPÍTULO 3

La Apicultura en la Argentina

3.1. La Apicultura en la Argentina: su situación actual

Argentina se ha consolidado como uno de los principales países productores y exportadores de miel; internacionalmente reconocido por el volumen y calidad de su producción. Se coloca dentro del tercer lugar, detrás de China, primer productor, y Estados Unidos. Esto en parte se debe, a que ha aumentado el consumo de la miel en varios países y que la calidad de la miel Argentina cumple los requisitos de los países más exigentes como los de la Unión Europea. En este sentido, en la literatura consultada se enfatiza que entre los factores que propician dicha calidad, se destacan una oferta floral importante, amplitud de climas para la producción, vastas extensiones incontaminadas donde prospera la flora autóctona, entre otras. Aunque esta última característica ha ido disminuyendo debido a la utilización de los campos para la agricultura por encima de la ganadería, junto con el mayor uso de herbicidas.

La miel argentina es valorada en el mundo por sus características físico-químicas y organolépticas, ya que se trata de mieles claras y de aromas poco marcados lo que resulta una muy buena combinación para “cortar” otras mieles (Vázquez, *et. al*, 2007 , y Nimo, 2003).

Según datos de producción de la Subsecretaría de Desarrollo de Economías Regionales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, la producción de miel es casi mayoritariamente de materia prima sin elaborar. Es así, que el 90 % de la miel producida se exporta en tambores, utilizándose el resto para el mercado interno. Si bien el principal producto exportado es la miel a granel, se comercializan también derivados como ceras, miel fraccionada, propóleos; y material vivo (abejas).

Según el INDEC, los principales compradores en el año 2013 fueron, en orden decreciente, Estados Unidos, Alemania, Japón, Canadá y Arabia Saudita. Paralelamente, las exportaciones de miel fraccionada se destinaron

fundamentalmente a Finlandia (55% del total), Uruguay (14%), Bolivia y Noruega (8% respectivamente) (Blengino C., 2013).

Las exportaciones de ceras tuvieron por principal destino a Estados Unidos, con una participación del 56% del total, Alemania con un 19% y Japón con un 23% del total vendido al exterior. En cuanto a la venta de abejas, éstas se destinaron fundamentalmente a Estados Unidos, con un 56% del total exportado, a Japón con un 23% y a Alemania con un 19%.

La producción argentina de miel experimentó una notable expansión a mediados de la década del 90, incrementándose en un 40% en apenas cinco años, y alcanzando su máximo en 2006, cuando se superaron las 104 mil toneladas. Posteriormente, en 2007, cayó a 73 mil toneladas, y se mantuvo constante hasta 2009. Durante 2010 apenas se superaron las 50 mil toneladas, reflejando la incidencia de una concatenación de temporadas regulares y malas. Los últimos datos oficiales (INDEC) dan cuenta de unas 72 mil toneladas exportadas en 2011, por un valor FOB total de 223 millones de dólares. Durante 2013, las exportaciones totales del sector apícola alcanzaron los US\$ FOB 214 millones, un 2% menos que el año anterior. Asimismo, como se puede apreciar en la Figura 3.1, la producción de miel ha ido disminuyendo a lo largo de los años 1999 a 2013, mientras que, como lo muestra la Figura 3.2, el valor de las exportaciones ha aumentado. Todo esto se debe al incremento que ha tenido el precio de la miel que ayudo a compensar la reducción de la producción (Blengino C., 2013).



Figura 3.1: Producción de miel en Argentina



Figura 3.2: Evolución de las exportaciones de miel en Argentina

El sector apícola está constituido por una gran base productiva de muchos apicultores con un alto grado de concentración en la comercialización. Los últimos monitoreos oficiales publicados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación¹, indican que en 2008 existían aproximadamente 33 mil apicultores de los cuales alrededor del 70% eran pequeños o medianos (con explotaciones de menos de 500 colmenas). Asimismo, es una actividad que requiere relativamente poco capital, que insume unos cinco meses de trabajo efectivo en el año (Oksman, 1990) y que es realizada en gran parte de manera informal. Esto último ha ido cambiando desde el año 2000 a la fecha a raíz de una serie de acontecimientos que ocurrieron que serán explicados en el siguiente apartado.

La cuenca melífera más importante se corresponde con la región fitogeográfica Pampeana, y más del 40% de la miel exportada se produce en territorio bonaerense, especialmente en el centro y sur de la provincia (SAGPyA, 2009). En esta región, los campos de producción mixta agrícola-ganadera presentan una flora melífera cultivada y espontánea, que permite la obtención de mieles de aromas

¹ Actualmente devenida en Ministerio de Agricultura.

suaves, colores claros y bajo contenido de humedad, muy buscadas en el Mercado internacional.

La mayoría de los productores realizan la “explotación tradicional” dedicada a la producción de miel, cera y núcleos. Contraponiéndose con la denominada “explotación integral” o diversificada en la que se busca obtener ingresos adicionales a partir de la obtención de otros subproductos como polen, jalea real, propóleos, mieles monoflorales, miel orgánica, además de servicios de polinización.

3.2. Acontecimientos relevantes en el mercado Apícola Argentino

A inicios del año 2000, una serie de sucesos en el mercado internacional de la miel, impactaron directamente en el accionar del estado y el conjunto de instituciones público /privadas y los apicultores, promoviendo una mayor articulación y cambios radicales en la realización de esta actividad (Crisanti, Mateos y Ghezán, 2011):

- En el 2001 algunas empresas exportadoras argentinas fueron acusadas de “dumping” por Estados Unidos, vender por debajo del costo de producción interno, y al Estado argentino, de subsidiar la apicultura a través de líneas de crédito para el agro, los reintegros a las exportaciones y programas de capacitación de algunas provincias. Esto generó la aplicación de cupos de importación y aranceles para entrar al mercado estadounidense (Federal Register, 2007) . Esta restricción fue levantada en el año 2012, lo que abrió un abanico de oportunidades.
- En el 2002, la Unión Europea decomisó partidas y restringió el ingreso de mieles de origen chino (primer exportador mundial) por encontrar residuos de cloranfenicol (antibiótico prohibido en varios países de la U.E., EEUU, Canadá y Argentina). Esto generó preocupación sobre la calidad del producto, ya que se puso de manifiesto la posibilidad de la aparición de contaminantes en la miel. Esto, sumado a distintos problemas surgidos en los principales países productores de miel, se genera un incremento importante en el precio internacional de la miel (aproximadamente 60%).
- En el 2003 la aparición de nitrofuranos (metabolitos residuales de un acaricida COLMESAN Plus, producto aprobado por el SENASA) en partidas de mieles argentinas en Inglaterra, ocasionó pérdidas económicas en el sector. Esto

ocasionó que los apicultores tomaran conciencia sobre las posibilidades de contaminar su miel con las prácticas que realizan.

Todos estos hechos llevaron a que se tomaran distintas medidas en pos de mejorar y asegurar la calidad de las mieles, ya sea tanto a nivel nacional como provincial, y de manera articulada con las distintas instituciones, llevando a formalizar la actividad productiva. En este sentido, surgen las siguientes medidas:

- A partir de 1995 se inicia un trabajo de articulación entre el Programa Federal de Reconversión Productiva (CAMBIO RURAL) y el Proyecto Integrado de Desarrollo Apícola (PROAPI, dirigido por el INTA), que consiste en contar con un grupo de asesores cuyo objetivo es el aumento de la productividad, la diversificación, la mejora de la competitividad y la integración horizontal y vertical del sector.
- En 1997, la SAGPyA lanza el Programa “MIEL 2000” con el objetivo de mejorar la competitividad de la producción nacional, introduciendo las normas de aseguramiento y mejora de calidad como uno de sus ejes.
- Desde diciembre del 2001 se pone en marcha el Registro Nacional de Productores Apícolas (RENAPA), impulsado por el PROGRAMA MIEL 2000, con el objetivo de conocer la cantidad de apicultores del país, su localización, la escala de producción, productos elaborados, etc. Este registro es obligatorio, pero dadas las características de la actividad, si bien ha disminuido la informalidad, parte importante aún no está declarada. A través de la Resolución N° 870/06 se establecen las normativas para la autorización del funcionamiento de salas de extracción de miel y se les exige el cumplimiento del manual de las buenas prácticas apícolas (BPAp) y de manufactura (Nimo, Bedascarrasbure, 2003).
- Desde 2002, se comienza a exigir trazabilidad a partir de la sala de extracción, ello implica que los tambores de miel tienen que contar con el número habilitado (o habilitación provisoria) por SENASA para que se consideren productos alimenticios. Es así que, en el 2003 se inició la implementación de la Resolución 186-03, donde se plantean una serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto en cada una de sus etapas, con el objeto de asegurar el control higiénico-sanitario a través de una adecuada identificación

de la producción primaria en sus etapas de extracción, procesamiento y/o fraccionamiento, que permita la aplicación de medidas correctivas en caso de observarse desvíos o falta de conformidad entre los distintos procedimientos.

- En el año 2004, la SAGPyA, el INTA y el Consejo Federal de Inversiones, organizan el Seminario Internacional de Calidad de Miel, ante la preocupación por los problemas en las exportaciones, que no sólo ponían en riesgo la sustentabilidad del sector, sino que afectaban el mercado global.
- En el año 2005, la SAGPyA define la creación del Sello Alimentos Argentinos que identifique los atributos de los alimentos, distinguiendo una imagen nacional y posibilitando un mejor posicionamiento en los mercados. Es un Sello que tiene como objetivo destacar a los alimentos argentinos y su elaboración, identificando la calidad de los elementos utilizados y haciendo hincapié en la importancia del valor agregado en origen en cada uno de los productos. Y en miel se crean el Protocolo de Calidad para Miel a Granel (Res. SAGPyA 047/2005) y el Protocolo de Calidad para Miel fraccionada (Res. 147/07).
- En 2006 se firma un convenio entre INTA y la Sociedad Argentina de Apicultores (SADA), con el objeto de organizar el Congreso Argentino de Apicultura, con una regularidad bienal y fortalecer la revista “Gaceta del Colmenar ” publicación bimestral de SADA.
- A partir de mayo del 2011, se les exige a los productores que inscriban sus apiarios en el Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA). Además, sólo podrán movilizar sus colmenas una vez gestionado el Documento de Tránsito Animal (DTA) en las oficinas del SENASA correspondientes al lugar de origen. Para ello, deberán solicitar la inspección previa de las colmenas a trasladar, además de declarar el RENSPA de origen y el RENSPA de destino. Esto permitirá la creación de una base de datos con la ubicación precisa de los colmenares en el país, por lo que el SENASA podrá conocer con mayor celeridad aquellos cambios que se produzcan en el estatus sanitarios, así como evitar la dispersión de eventuales focos infecciosos o de plagas parasitarias exóticas.

Todos los acontecimientos citados, llevaron a que en el seno del Consejo Apícola, se planteara la necesidad de Elaborar un Plan Estratégico Apícola (PEA), como

instrumento para la elaboración de políticas dirigidas al sector. Este plan busca otorgar mayor organización e institucionalidad, adaptación a los cambios y planificación en el tiempo con el objeto de que “Argentina en el 2017 se transforme en líder mundial del mercado de productos apícolas altamente valorados, sobre la base de su crecimiento y desarrollo organizado, competitivo y sostenible desde la perspectiva económica, social y ambiental” (SAGPyA,PEA, 2007).

Este plan se basa en cuatro pilares: a) pilar de producción que consiste en asistencia técnica, capacitación, información e implementación de Buenas Prácticas de Agricultura (BPA); b) pilar de valor agregado, compuesto por asistencia técnica, implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria), capacitación, protocolos, sello de calidad y denominación de origen; c) pilar de promoción, que incluye la participación en ferias Nacionales e Internacionales y la difusión masiva en medios de comunicación; y d) pilar de comercialización que busca el acceso a los mercados a través de mesas de negociación, capacitación e información (Nimo, 2008).

En resumen, estos hechos cambiaron radicalmente la forma de comercialización y las exigencias de trazabilidad del producto, obligando a los apicultores a regularizar su situación impositiva y provisional así como habilitar sus salas de extracción de miel o bien recurrir a prestadores de servicios de extracción. Estas nuevas modificaciones significaron un incremento en los costes de los productores que no estaban regularizados, llegando a generar la inviabilidad de aquellos de muy baja escala. En muchos casos, se recurrió a estrategias asociativas para poder alcanzar la escala que permite permanecer en el sector (Gorestein et al, 2005).

El Ministerio de Producción de la Provincia de Buenos Aires está realizando reuniones denominadas Rondas Inversas Tecnológicas, que buscan reducir la brecha entre los sectores vinculados a la transferencia de conocimiento y el sector productivo provincial, impulsando la generación de valor agregado y el aumento de la productividad en perspectiva de las cadenas de valor. Es así, que se realizó en el mes de Octubre del año 2012 en Bahía Blanca la Ronda Inversa Tecnológica (RIT) con eje en la Cadena Apícola, donde representantes del ministerio de la Producción,

Ciencia y Tecnología expusieron las herramientas de asistencia que la cartera pone a disposición de los productores.

En este sentido, se abre un abanico de oportunidades para el sector Apícola, por lo que es necesario contar con un modelo que permita evaluar las distintas oportunidades de negocio para los distintos integrantes de la cadena y tener un análisis exhaustivo del funcionamiento y las características de la misma en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires.

3.3. Análisis FODA del Sector Apícola

Para una mejor comprensión de la situación que atraviesa actualmente la apicultura argentina, se detallan las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (Nimo, 2008; Bedascarrasbure, 2009):

Oportunidades

- Aumento de la demanda internacional producto del incremento en el consumo de productos naturales.
- Demanda de mieles diferenciadas por parte del mercado externo.
- Producción que favorece la biodiversidad, acorde a las tendencias de los mercados.
- Argentina es un país libre de plagas exóticas.
- Mercados exigentes en materia de calidad.
- Mayor demanda externa de otros productos de la colmena: material vivo, abejas, propóleos, polen, etc.
- Posibilidad de regionalizar las mieles, para obtener un producto diferenciado y lograr una mayor oferta de productos.
- Historia comercial de cumplimiento con los contratos acentuada en los últimos años.

Amenazas

- Creciente competencia de la oferta mundial (Brasil, Europa del Este, India, etc).
- Disminución del precio internacional.

- Mayores requisitos para la colocación del producto.
- Alta dependencia del mercado externo.
- Barreras zoosanitarias. Ejemplo: República Federativa del Brasil y República de Chile.
- Falta de transparencia en elaboración de normas de los países importadores.
- Cambios permanentes y crecimiento de medidas paraarancelarias.
- Desarrollo de tecnologías de detección de sustancias contaminantes cada vez más precisas y de mayor costo.
- Desconocimiento del origen de la miel que se consume en los mercados de destino.
- Alta variabilidad en los precios del “commodity”.

Debilidades

- Oferta atomizada y limitada organización de la producción.
- Poca oferta de productos con valor agregado.
- Escaso desarrollo de productos diferenciados.
- Limitado desarrollo del mercado interno.
- Problemas sanitarios.
- Inadecuado uso de productos veterinarios en las colmenas.
- Datos estadísticos poco precisos y falta de registros confiables de productores y de producción argentina.
- Problemas de mieles adulteradas en el mercado interno. Escasos controles de parte de autoridades nacionales y provinciales.
- Alta evasión impositiva
- Falta de caracterización de la miel y conocimiento de las propiedades de las diferentes tipos de miel.
- Debilidad institucional/organizativa del sector apícola.
- Falta de enfoque empresarial del sector
- Falta de políticas para el sector y de líneas de financiamiento.

Fortalezas

- Buena calidad de la miel Argentina.
- Tecnología acorde a los estándares internacionales.

- Posibilidades de elaborar otros productos de la colmena (miel diferenciada o tipificada).
- Generación de empleo y de divisas extras para los productores.
- Actividad generadora de ocupación.
- Posibilidad de seguir incrementado la producción nacional.
- Condiciones naturales y amplitud de climas para la producción. Oferta floral importante (cantidad y diversidad).
- Fuerte presencia de Argentina en ferias internacionales.
- Excelente genética en material vivo y en calidad de reinas.

3.4. Características de los apicultores del Sudoeste

Las particularidades que tienen los productores de esta zona se pueden agrupar en cuatro ítems: a) características del productor y escala de producción, b) productos que comercializa, c) problemáticas de la zona y d) estructura de costos. Gran parte de la información fue suministrada por la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero a través de estudios y encuestas que ha realizado a lo largo de su reciente formación.

El área bajo estudio se encuentra ubicada en la cuenca melífera integrada por los partidos de Guaminí, Adolfo Alsina, Coronel Suarez, Coronel Pringles, Coronel Dorrego, Saavedra, Tornquist, Puán, Coronel Rosales, Bahía Blanca, Villarino y Patagones.

a) Características del productor

En el territorio existen aproximadamente 1.200 productores apícolas distribuidos para el área en cuestión. Estos desempeñan la actividad con un total de 362.000 colmenas, aproximadamente el 12% de la producción nacional. Cabe destacar que para el 85% de los productores apícolas, esta actividad incide fuertemente sobre la economía familiar mientras que el 15% restante la práctica a modo de aprendizaje y entretenimiento. Como se puede observar en la Figura 3.3, el 54,98% de los productores cuenta con más de 200 colmenas (Tourn- Marconi, 2013).

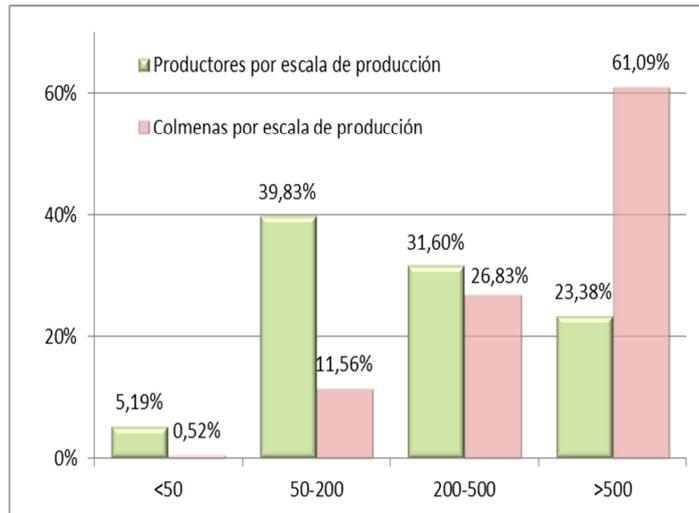


Figura 3.3: Escala de producción y colmenas
Fuente: Tourn, Marconi (2013).

Por otro lado, el 61,09% de las colmenas se encuentra concentrado en productores con más de 500 colmenas, aquellos que viven de la actividad, y que por ende su permanencia en la misma depende indudablemente de la rentabilidad de sus empresas (Tourn-Marconi, 2013).

Una particularidad de la apicultura en esta zona, es que mayormente es realizada en pequeñas localidades, como se muestra en la Figura 3.4, aumentando la cantidad relativa de familias involucradas en esta actividad económica a medida que disminuye la población, Figura 3.5.

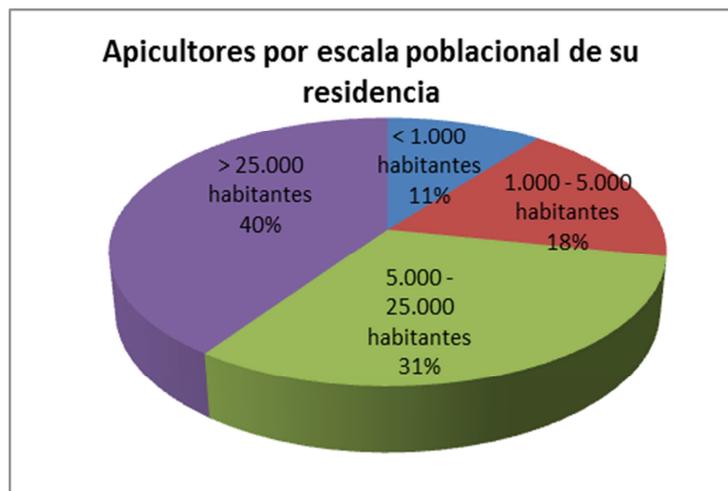


Figura 3.4: Apicultores por escala poblacional de su residencia
Fuente: Tourn, Marconi, 2013.

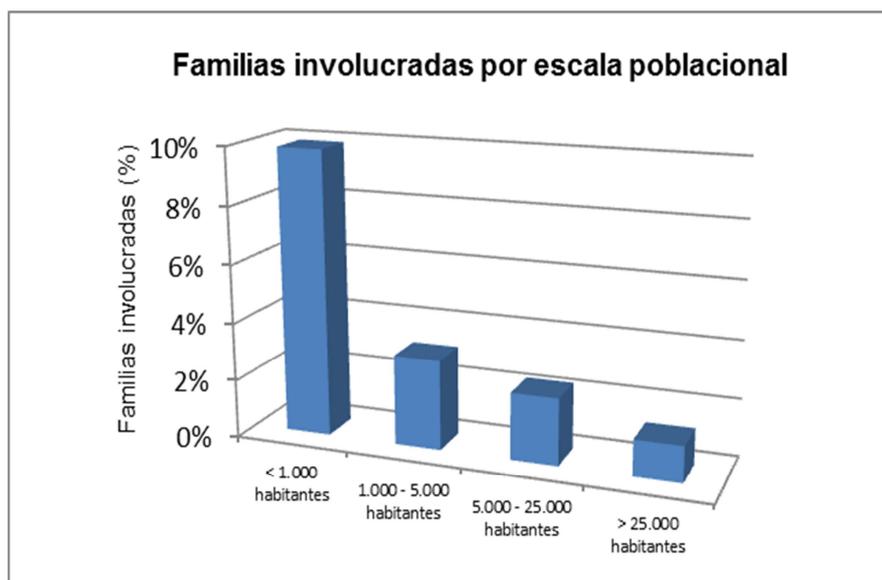


Figura 3.5: Familias involucradas por escala poblacional
Fuente: Tourn-Marconi, 2013.

En general, los productores han realizado este emprendimiento como una actividad complementaria a un oficio (mecánicos, albañiles, etc.) o bien a una tarea asalariada (Goslino, 2000). A través de los años, solamente un bajo porcentaje de productores adopta la actividad como única fuente de ingresos familiares (Gorestein et al. 2005). Según Estrada (2005), la mayoría de los productores no profesionalizados presentan algunas de las siguientes características: baja disponibilidad de los recursos, limitado acceso a la información, baja capacidad de negociación con proveedores y compradores, alto grado de informalidad, mayor riesgo asociado a la variación de la escala, entre otros. Además, el perfil individualista que poseen los productores de miel, sumado a la atomización de la oferta, limita la representación de sus intereses.

Los aspectos que han determinado la tasa de crecimiento de las empresas apícolas son: 1) capacidades y saberes del productor (capacitación; capacidad de trabajo; capacidad de establecer vínculos comerciales estables a través del tiempo); 2) existencia de ingresos familiares extra-apicultura (empleos de otros miembros de la familia; ingresos de otras actividades), fundamentalmente los primeros años del emprendimiento, y 3) condiciones familiares y de proximidad del productor. Por tanto, la apicultura se desarrolla, en sus fases iniciales, como una actividad doméstica y artesanal. El futuro apicultor elabora y arma los materiales en su domicilio y lentamente agranda sus colonias de abejas. En el momento de la

cosecha, pide ayuda a un vecino y/o colega apicultor para realizar la extracción de miel obteniendo finalmente el producto casi listo para su venta (Gorestein y otros; 2005)

Otra particularidad de la zona, es que a medida que aumenta la escala de producción, se tiende a la trashumancia, tal como lo muestra la Figura 3.6. Esta última se define como la movilización de las colmenas a distintas floraciones, no sólo con el objeto de producir más miel sino para que las mismas tengan una correcta nutrición.

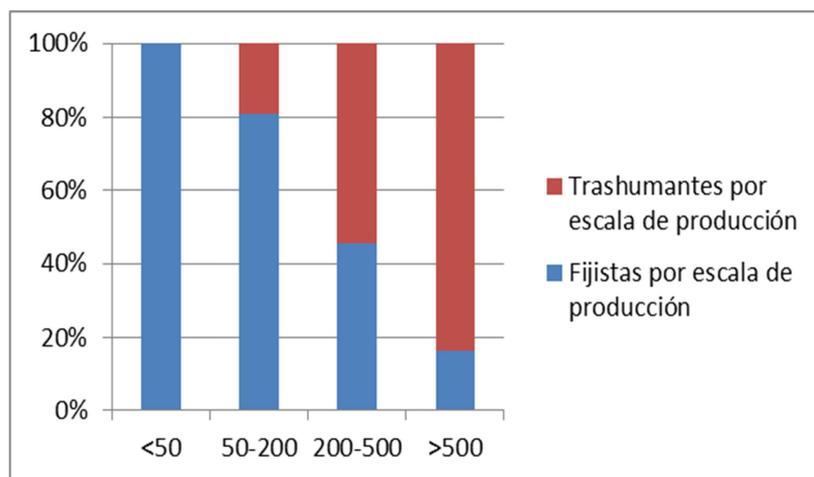


Figura 3.6: Productores Trashumantes y Fijistas por escala de producción

Fuente: Torun, Marconi, 2013

b) Productos que se comercializan

La principal fuente de ingreso de los productores es la miel. Esta se comercializa de manera fraccionada en el mercado interno y a granel en el externo. Además de este producto, diferentes acciones tienden a promover la comercialización de polen, núcleos y los servicios de polinización como fuentes alternativas de ingresos, concientizando sobre la diversificación de productos y la importancia de la diferenciación de los mismos.

Los rendimientos promedio para el sudoeste bonaerense fluctúan entre los 20 y 34 kg/col/año y las causas de estas variaciones se explican tanto en factores climáticos y sanitarios como en el manejo del productor (sanitarios, genéticos, alimentación, etc.).

Actualmente, la extracción de miel es realizada en salas propias, de terceros, o cooperativas en su mayoría. Esta es extractada de los panales y depositada en tambores de 300-350 kg para su comercialización. Como tarifas normalmente se establece un porcentaje, que ronda del 8 al 12 %, según el precio de la miel, y de entregarse o no la cera de opérculo al productor. Las empresas de fabricación de cera estampada son escasas. Estas le canjean al productor la cera de opérculo por cera estampada a un 80% en peso. Sin embargo, esta cera de opérculo, que es la de mejor calidad, debido a poseer la menor cantidad de contaminantes, es exportada para uso cosmético, y para la fabricación de la cera estampada, utilizan la cera de recupero, resultando de la fundición de los panales viejos, que poseen altas cargas contaminantes de residuos acaricidas y antibióticos aplicados a las colmenas. De esta manera, cada año se concentran más los residuos en la cera utilizada, trayendo aparejado no solo un gran detrimento en la calidad de la miel producida, sino que también produce efectos crónicos en las colonias de abejas, como muerte de larvas, acortamiento de la vida de la abeja, etc. que afectan seriamente los factores que componen al rendimiento por colmena (Tourn-Marconi, 2013).

Según reportes del INTA (Tourn-Marconi, 2013), recientemente se comenzó a producir polen. La región presenta zonas con alto potencial de producción, como son los montes, zonas mixtas de monte y pradera, las praderas libres de cultivos (principalmente compuestas por flor amarilla) y las sierras. En las mismas, sus cadenas de floración permiten una producción de polen sumamente interesante. A su vez, la calidad nutricional del polen regional es muy alta y de excelentes características organolépticas, convirtiéndolo en un producto muy interesante para los consumidores. El obstáculo más importante que se presenta en la producción de polen, es el pequeño mercado consumidor a nivel nacional, y más aún, a nivel regional. Este es comercializado principalmente en los grandes centros de consumo, sin ningún tipo de diferenciación y/o industrialización, con lo cual la demanda es fácilmente satisfecha, y por ende, el mercado se presenta altamente vulnerable a cambios bruscos en el precio de venta.

En cuanto a la producción de material vivo, esta incluye la producción de celdas reales, reinas fecundadas, núcleos y paquetes en mayor proporción. En general, es

realizada por criaderos locales y en su mayoría son comercializados para abastecer el mercado local.

Otro producto que está adquiriendo importancia en la zona, es el servicio de polinización. Actualmente se ofrece en tres tipos de cultivos:

- Frutales de carozo y pepita en gran parte de las plantaciones del valle del Río Negro, que representan aproximadamente unas 50.000 hectáreas, con una demanda de casi 170.000 colmenas. Estas especies, necesitan de manera indispensable la polinización de sus flores por abejas melíferas. En esta región, la producción fijista es raramente rentable, y por ende, gran parte de las colmenas migran principalmente desde el sur de la provincia de Buenos Aires. Este es realizado en los meses de Agosto a Noviembre y por 15 días.
- Cultivos de girasol para semilla, con un total de aproximadamente 15.000 hectáreas (80% de la producción nacional) y 45.000 colmenas demandadas. Estos son realizados en el valle inferior del Río Colorado y en la región subhúmeda del sudoeste bonaerense. Por tratarse de una especie entomófila, la labor de mayor peso en la producción de semilla híbrida es la polinización, ya que los polinizadores silvestres no proporcionan un servicio completo. En ese sentido, la apicultura se presenta como la única alternativa que agrega al servicio prestado, la producción comercial de mieles. Este se realiza en los meses de diciembre a febrero dejando las colmenas por 21 días. El precio de este servicio es el más caro, ya que, el polen de girasol que produce es de muy mala calidad nutricional, debido a su bajo valor proteico, que perjudica el estado nutricional y sanitario de la colonia en general.
- Cultivos de colza, los productores de colza, rara vez contratan colmenas para polinizar, ya que, el apicultor no cobra para llevar sus colmenas, ni paga por los beneficios que obtiene. A través de los servicios de polinización certificado se busca que ambos obtengan un beneficio de dicho servicio. Este se realiza durante los meses de septiembre y noviembre y tiene una duración de un mes.

Teniendo en cuenta que la temporada 2011-2012 en el sudoeste bonaerense finalizó con resultados económicos que fueron afectados por las condiciones climáticas (escasas precipitaciones), llevando a que los rendimientos promedios caigan por debajo de los de la última década; el servicio de polinización se presenta como una oportunidad de ingresos adicionales. Además, pueden

destinar colmenas a polinizar el valle o el girasol, para luego polinizar cultivos de colza, obteniendo ingresos de ambas polinizaciones.

c) Problemáticas de la zona

Las problemáticas de la zona, se pueden dividir en las que provienen de las enfermedades que afectan al apiario y los problemas socio culturales e institucionales (Tourn-Marconi, 2013).

Con respecto a la primera, al igual que en el resto del país, la varroasis (enfermedad producida por un acaro que afecta a las larvas de las abejas), se ha convertido en el principal flagelo de la apicultura mundial, siendo la causa de las principales pérdidas económicas para la producción apícola. La aplicación indiscriminada de químicos trae aparejado dos riesgos potenciales; la aparición del fenómeno de la resistencia del acaro al principio activo utilizado y la detección de residuos de acaricidas en los productos de la colmena. Las características reproductivas y el alto índice de multiplicación del ácaro son factores que hacen que sea cada vez más complejo establecer estrategias de control eficaces. Desde su aparición y por mucho tiempo el Cumafós, droga utilizada para combatir la varroasis, fue una de las más eficaces moléculas para el control de la misma. Lamentablemente, tratamientos mal formulados debido a la ausencia de farmacovigilancia en los laboratorios elaboradores, el uso indiscriminado y/o artesanal de este principio activo, han provocado la resistencia por parte del ácaro en gran parte del territorio nacional.

Otra de las más severas enfermedades que afectan las larvas de las abejas melíferas es la Loque Americana. El agente causal es *Paenobacillus larvae*, una bacteria formadora de esporas altamente resistentes, que pueden sobrevivir en larvas, panales o materiales apícolas durante muchos años. El uso de antibióticos para el tratamiento de esta enfermedad no es recomendado, ya que incrementa la aparición de cepas bacterianas resistentes, altera el equilibrio de la flora normal de las abejas y disminuye su vida media, lo que repercute en la población y en la producción de miel. Además, puede generar residuos en la miel, afectando su calidad. Debido a esto, esta enfermedad representa un grave problema regional y por supuesto también para el sector apícola nacional.

Respecto a la segunda problemática, la sociocultural, existe una escasa incorporación de jóvenes a la actividad apícola, situación que comprometería no sólo el futuro de la misma, sino a su vez, la inserción al mundo laboral de muchos jóvenes de familias dedicadas a la apicultura, así como los provenientes de las pequeñas localidades que dependen fuertemente de esta actividad. Como se puede observar en la Figura 3.6, el 55,60% de los apicultores, que agrupa la franja etárea de más de 40 años, concentra el 66,54 % de las colmenas.

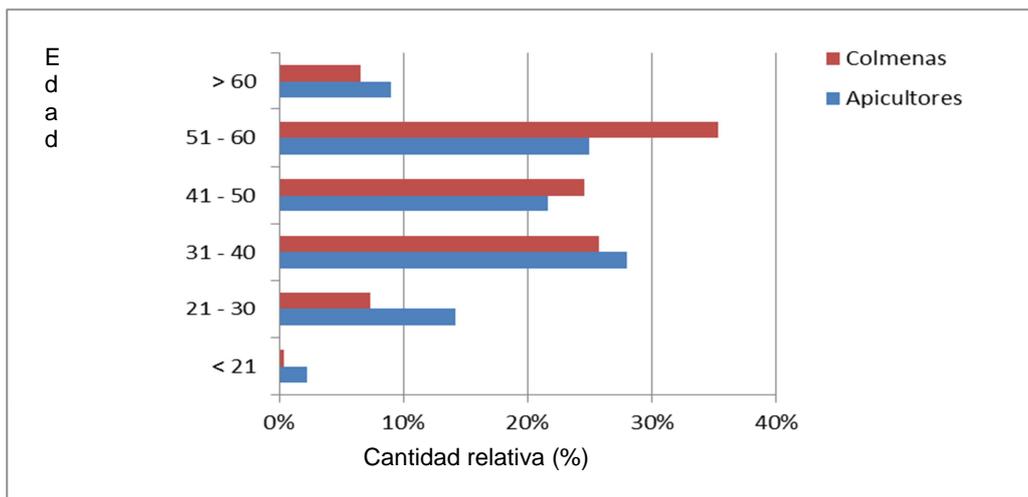


Figura 3.7: Cantidad de colmenas de acuerdo a la edad de los apicultores
Fuente: CAP, 2013.

Desde el punto de vista institucional, se identifican a las vías de comunicación del sector apícola con el sector gubernamental mediante la mesas integradas por representantes de organizaciones apícolas, instituciones y funcionarios gubernamentales, conformadas a nivel local, regional, provincial y nacional. Lamentablemente, son integradas por un número reducido de apicultores, solo los representantes de organizaciones con cierto desarrollo económico o locales a las reuniones asisten a ellas, ya que las restantes no pueden afrontar los gastos de movilidad.

Existe una escasa valorización del sector apícola en la sociedad argentina, que desconoce su función en el país, región y localidades en sí mismas, identificándolo solo como los "productores de miel". Así mismo, el mercado interno prácticamente no está desarrollado, por lo que se desconoce las virtudes que tienen los productos que genera el sector generando consumidores incapaces de diferenciar mieles con características de procesamiento (cristalizada y líquida), de origen botánico y asociadas a características sensoriales diferentes.

d) Estructura de costos

Como se puede ver en la Figura 3.8, en cuanto al análisis de costos, claramente se evidencia el fuerte impacto de la mano de obra en la composición total, con un leve aumento a medida que aumenta la escala productiva. Pero, otras de las cuestiones que más afecta al sector, es el incremento en los insumos, principalmente en el azúcar, el cual posee un peso importante en la estructura de costos de los apicultores al momento de decidir alimentar las abejas en base a este producto. A esto hay que sumarle el costo de los tambores, que son comprados por los apicultores sin recibir el reintegro por los mismos al momento de venta, es más, su peso es descontado, lo cual se vuelve una carga intransferible (Tourn - Marconi, 2013).

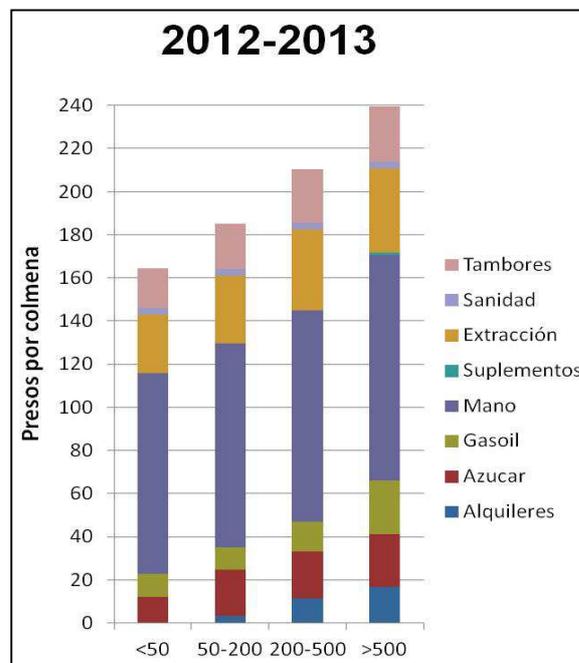


Gráfico 3.8: Estructura Costos Campaña 2012-2013

Otro insumo de gran importancia, es el combustible. Este tiene una gran implicancia en la estructura de entre un 10 y un 20 %. La escasez de este insumo en época de cosecha de granos, coincide a su vez con el máximo consumo de combustible en la cadena.

3.5. Instituciones de apoyo a la actividad apícola del sudoeste bonaerense

Dentro de las principales instituciones que promueven y vinculan la actividad apícola, se encuentra el programa Cambio Rural, creado como acción conjunta del Ministerio de Agricultura y Pesca (MAGyP) junto con el Instituto Tecnológico Nacional (INTA). Este programa que opera desde el año 1983, tiene la finalidad de mejorar la competitividad sistémica territorial de los pequeños y medianos productores empresariales (PyMES agropecuarias) e integrarlos a las cadenas de valor. En el marco de este programa, existe un grupo perteneciente a la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Bordenave, que viene brindando capacitaciones a los apicultores de la región, siendo el trabajo grupal y participativo la estrategia principal del mismo.

A pesar del evidente rechazo a las estrategias asociativas demostrado por los productores primarios, enunciado en numerosos trabajos (Demarchi, 1997; Gorenstein, 1998; Gorenstein y otros, 2000), donde se pueden mencionar el individualismo, el temor o desconfianza, la falta de capacitación de técnicos y productores en aspectos jurídicos, impositivos, previsionales y de gerenciamiento asociativo, dispersión geográfica, experiencias negativas, etc., es posible identificar acciones tendientes a revertir esta situación. Debido a que la última década ha sido un tiempo de crisis para la apicultura, en el aspecto productivo y comercial, lo que hizo que disminuyera sensiblemente la cantidad de colmenas por apicultor y que muchos productores apícolas abandonaran la actividad; se comienzan a llevar a cabo trabajos en conjunto, con el objeto de brindar una salida al apicultor y afrontar la coyuntura de la crisis.

En este sentido, a nivel regional, existen cooperativas con importante llegada a los productores primarios que brindan una oferta de servicios y proyectos a futuro con alcance regional. Éste es el caso de la Cooperativa de Productores Apícolas Ltda. Pi-hue (Saavedra) y de la Cooperativa Provincial de Servicios Públicos Apicultura (Adolfo González Chávez).

Recientemente, con el objeto paliar dicha crisis y como iniciativa de la EEA INTA Bordenave, surge el 30 de marzo del año 2012, la Cooperativa Apícola Pampero

Lda., conformada por Promotores Asesores que trabajan con 33 grupos de Cambio Rural apícola. La misma organiza y acompaña a 333 productores, con aproximadamente 100.000 colmenas. Las líneas de acción integran cinco puntos principales: Investigación - Experimentación adaptativa - Gestión - Capacitación de técnicos - Capacitación de productores. La Cooperativa posee un plan integral a largo plazo que propone la autosustentabilidad de la apicultura a partir de la democratización de los medios de producción y, a través de la cooperativización de los actores involucrados en la apicultura regional. Su finalidad es lograr una entidad cooperativa integrada por productores apícolas, investigadores, técnicos, operarios, personal administrativo e instituciones. En forma paralela, el 1 de septiembre del mismo año, se crea la Cámara de Apicultores Pampero, con el objeto de representar al sector apícola a nivel regional, provincial y nacional, y articular con la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Ltda. para establecer precios referencia en los planes de intervención que lleven a cabo y, por último, auditar el funcionamiento de dicha Cooperativa.

La zona de influencia de ambas es el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y están divididos en cuatro distritos organizados en grupos: I – Puan; II – Adolfo Alsina y Guamini; III – Coronel Suarez, Saavedra, Coronel Pringles y Tornquist; IV – Bahía Blanca, Coronel Rosales, Coronel Dorrego y Monte Hermoso.

La Cooperativa Apícola Pampero, junto con la Cámara Apícola Pampero, vienen desarrollando una serie de proyectos que se detallan a continuación:

- Actualmente, la cooperativa desarrolló un acaricida orgánico de uso apícola llamado “Aluen CAP” para controlar la principal plaga de la apicultura mundial, la varroa. Es la única que existe en el mundo, con una eficiencia del 95% con una sola aplicación y de bajo costo, aún en colonias con gran desarrollo de cría. Este acaricida, de origen natural, no contamina la miel ni tiene restricciones ambientales y tampoco genera resistencia, lo que permite prescindir de la aplicación de productos sintéticos sin perder potencial productivo. La formulación de los tratamientos es un desarrollo reciente basado en ácido oxálico y es la única de origen orgánico efectiva en colmenas con gran desarrollo de cría y sin restricciones ambientales. Todavía no se comercializa porque se están llevando a cabo los trámites legales de inscripción para su posterior venta como producto CAP. También se está

desarrollando un complemento nutricional para abejas denominado JATIE. En este sentido, se realizarán líneas de elaboración industrial de tratamientos sanitarios apícolas y de complementos nutricionales bajo normas de calidad aprobadas por el SENASA. Se espera proveer a los asociados de estos insumos indispensables para la producción apícola regional y para la comercialización a nivel nacional e internacional, bajo normas de calidad nacionales e internacionales que permitan asegurar la competitividad de la CAP. Para ello, se desarrollarán líneas de producción con maquinaria adquirida en el mercado nacional. Estas serán instaladas en el laboratorio Grefmayer, radicado en la localidad de Tres Arroyos, mediante un convenio de tercerización de la producción hasta tanto la cooperativa de apicultores disponga de los fondos para la construcción de la infraestructura necesaria para la instalación de un Laboratorio, o se pueda solventar a partir de la recaudación generada.

- Se comenzó a organizar la calidad y el mercado de núcleos con la licitación de núcleos certificados y se espera lograr lo mismo para el año que viene pero para las reinas. Más adelante, se incursionará en paquetes de núcleos, que tienen, en un futuro cercano, gran potencial para el mercado externo, ya que países con gran desarrollo en esta actividad, están perdiendo muchas colmenas, y son grandes demandantes de servicios de polinización para almendra, arándanos, cítricos, etc. y ya registran faltantes de colmenas.
- Se cuenta con un proyecto que incorpora una línea de producción de cera estampada y tres líneas de recupero de cera para crear un circuito cerrado libre de productos de síntesis, donde la cera de opérculo y recupero conserven la misma calidad y puedan ser reutilizados sin problemas. Se espera producir para proveer a los asociados de este servicio, e insumo indispensable, para una producción apícola regional, bajo el protocolo de calidad Huella Pampa (miel libre de principios activos sintéticos, hoy posible por la invención de la fórmula de ácido oxálico), que permita asegurar la competitividad de la CAP a nivel nacional e internacional.
- Paralelamente, se espera gestionar la inscripción de la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero como elaborador de productos alimenticios ante el SENASA, para luego realizar la aprobación por el mismo ente de los

productos que se esperan comercializar, realizando el dossier con el Laboratorio de Estudios Apícolas de la Universidad Nacional del Sur, en forma conjunta con un gestor profesional. Además, se realizará el diseño del packaging, de la publicidad gráfica en papel (folletos y prospectos) y digital (página web), de los stands para la presentación en ferias apícolas y de los entregados a los comercios adheridos al sistema de representación (blíster).

- También se espera contar con una línea de secado, limpieza y fraccionado de polen y una línea de fraccionado de miel. La secadora de polen será de flujo continuo, lo cual permitirá secar la producción de manera estandarizada y cumpliendo con las normas de seguridad alimentaria según lo establece el Código Alimentario Argentino.

Para la realización de todos los proyectos mencionados, se cuenta con contratos firmados con otras cooperativas y empresas para disponer de los lugares físicos para la instalación de las líneas señaladas.

Por otro lado, y en suma del resto de los proyectos encarados, la Cooperativa lanza todos los años un servicio de polinización certificado sobre cultivos de siembra de girasol y se pretende extender sobre cultivos del valle y de colza. El mismo, consiste en auditar las colmenas contratadas, por los 22 Promotores Asesores de la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Limitada, y certificar el estándar de calidad. Esto es realizado a través de llamados a licitación donde se solicita a las empresas y productores agropecuarios que deseen licitar el servicio, que registren sus datos, los lotes del cultivo a polinizar, un precio sugerido -que deberá estar por encima del precio base establecido por la Cámara de Apicultores Pampero- y las condiciones de pago.

CAPÍTULO 4

La Cadena de Valor Apícola Nacional y Regional

4.1. Cadena Apícola Nacional

El esquema general de la cadena de valor apícola es el que se detalla en la siguiente figura:

Esquema de la cadena de valor apícola

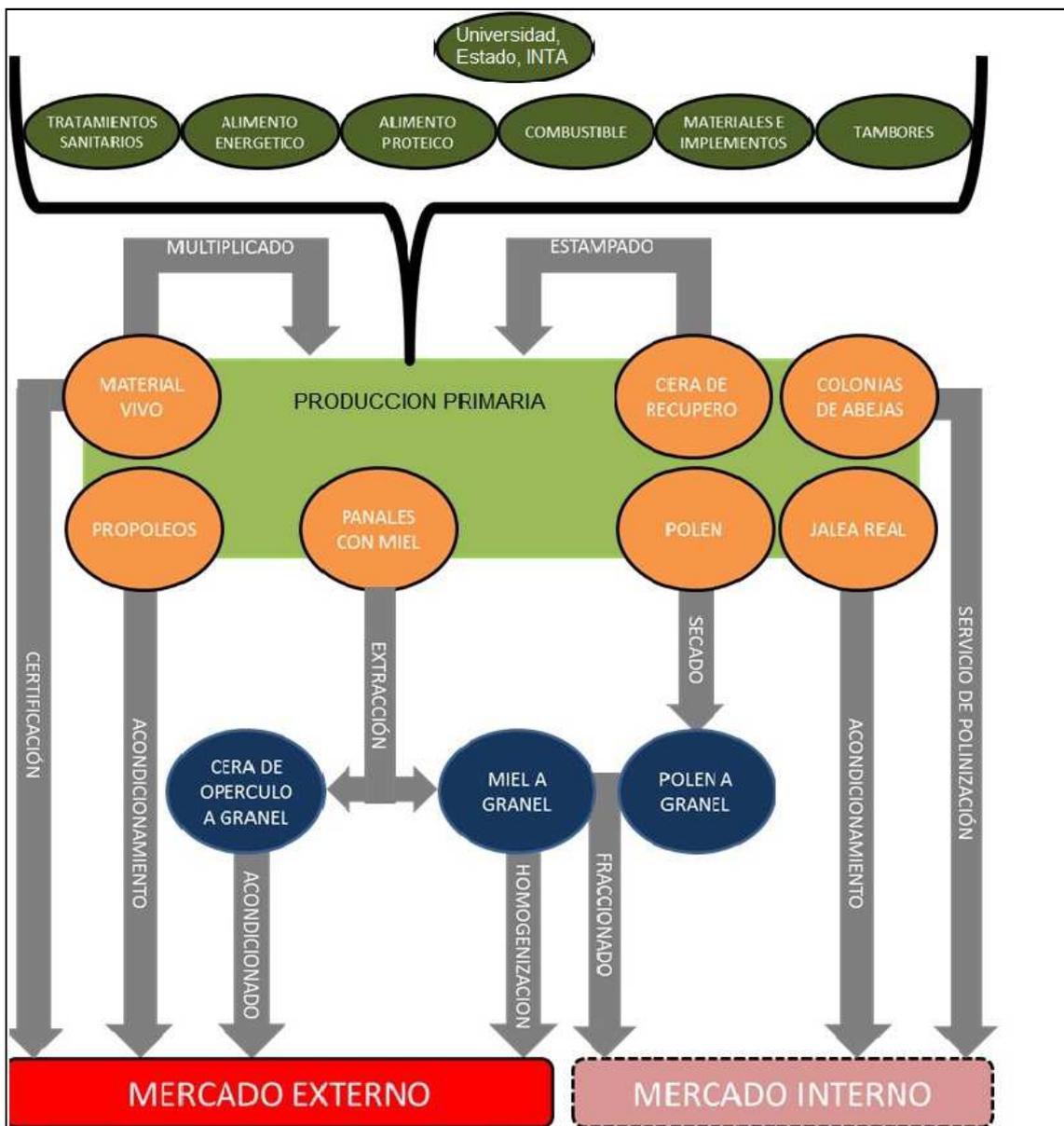


Figura 4.1: Cadena de valor Apícola Argentina
Fuente, CAP 2013

El primer eslabón hace referencia a los proveedores de la actividad apícola de todos los insumos como tambores, combustible, materiales e instrumentos (ropa de trabajo, tramperas, cuadros, cera estampada, etc.), tratamientos sanitarios, alimentos proteicos y energéticos. Estos son provistos por empresas especializadas únicamente en la actividad apícola, por lo que su rentabilidad está directamente vinculada a la que tenga el sector (Pazzi, 2009). Generalmente trabajan con productos de origen nacional. Los tambores, son producidos sólo por un pequeño grupo de empresas en el país, asociadas a empresas exportadoras, y aprovechan su posición dominante en el sector imponiendo precios elevados y condiciones para el pago muy estrictas. También aparecen las Universidades, laboratorios privados y demás instituciones de apoyo que intervienen en la actividad de Investigación y Desarrollo. Estas últimas atraviesan todos los eslabones de la cadena y además interactúan con los distintos estamentos del estado Nacional, Provincial y Municipal que actúan como instituciones de apoyo. En este sentido, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, realiza trabajos de investigación y desarrollo a través de Proyectos Nacionales de Investigación apícola, las Universidades y/o Centros de Investigación Apícola y, a través de Proyectos Regionales de Investigación en la temática. Además existen laboratorios privados que realizan investigación con el objeto de mejorar sus productos.

El segundo eslabón se refiere a los productores apícolas que llevan a cabo la producción primaria. En general, estos se pueden clasificar según la forma de trabajo, la intensidad de la explotación y los objetivos que se persiguen, de la siguiente manera (Creeba, 2003 y Tourn-Marconi, 2013):

- Un primer grupo de productores en el que se encuentran aquellos cuya actividad es “casera”. Son explotaciones de iniciación que pueden atenderse fácilmente, sin requerir mucha técnica, tiempo de atención ni trabajo de mano de obra externa. En definitiva, se podría caratular a las explotaciones de este segmento como de aprendizaje y entretenimiento. Generalmente se ubica a este grupo en el estrato de menos de 50 colmenas.
- En un segundo grupo se encuentran aquellas explotaciones que son complemento económico de una actividad principal. Para esta escala se requiere poseer sólidos conocimientos de apicultura, tratamientos preventivos y curativos

de enfermedades y sobre flora apícola. Habitualmente se las identifica en el estrato que va desde 50 hasta 200 colmenas.

- El tercer grupo lo constituyen las explotaciones que necesitan de una dedicación personal, plena y exclusiva. Una persona puede perfectamente organizarla, poseyendo apiarios bien constituidos y una explotación más rendidora. Si bien la desventaja es que en la época de la cosecha de miel puede necesitar incorporar personal temporario (uno o dos ayudantes dependiendo del tamaño) para realizar el trabajo, este grupo cuenta con la posibilidad de rebajas en las adquisiciones de los elementos apícolas gracias a las grandes cantidades, como así también un mayor aprovechamiento de las maquinarias y mayor ganancia en la comercialización de miel, por tratar directamente con exportadores. Generalmente este estrato va desde las 200 hasta las 500 colmenas.
- El último gran grupo lo componen aquellas explotaciones de escala superior a esta última. A esta modalidad puede llegarse pasando por las dos categorías previas o aportando gran capital desde el inicio. Es una organización empresarial que cuenta con amplios locales, con maquinarias acordes a la magnitud de la explotación, de medios de transporte propios, ya que el número de colmenas con el que disponen exige que éstas se sitúen en colmenares dispersos en un área muy grande y, en muchos casos, se requiere la explotación trashumante para aprovechar floradas nectaríferas. De esta manera, es necesario contar con personal permanente y contratado temporalmente. Es común la división de tareas, siendo el dueño o el encargado el responsable de la parte comercial, mientras que los operarios se ocupan del apiario. Los productos que se pueden obtener comprenden, la elaboración de material vivo (núcleo), propóleos, cera de recupero, servicio de polinización, jalea real, miel a granel y fraccionada y por último cera de opérculo a granel.

La variedad de productos originados en esta actividad a nivel nacional, se detallan a continuación.

- El principal producto de esta actividad es la miel, la cual es comercializada a granel, y sin ningún tipo de diferenciación, en más de un 90% al mercado externo y el resto, es fraccionado y comercializado en el mercado interno.

- El material vivo o un núcleo de abejas consiste en una pequeña colonia de abejas especialmente criada para formar nuevas poblaciones de abejas. Los núcleos están conformados por 1, 2 o 3 cuadros de cría, más abejas de todas las edades y 1 o 2 cuadros con polen y miel. Puede incluir una reina en plena postura o bien ir sin ella (núcleo ciego). Es decir que, material vivo comprende: reinas, núcleos, colmenas y paquetes. Actualmente se comercializan en el mercado externo núcleo y reinas, previa certificación de las mismas.
- La cantidad de polen que producen por flor es fijado genéticamente, por lo que el clima afecta en menor medida el rendimiento. Esta característica la vuelve una producción más estable, ya que las plantas florecidas en condiciones de sequía no secretan néctar (se necesita de néctar y polen para que las abejas produzcan miel), pero si producen polen. A su vez, la calidad nutricional del polen regional es muy alta y de excelentes características organolépticas, convirtiéndolo en un producto muy interesante para los consumidores. Este es fraccionado y se comercializa principalmente en el mercado interno y en dietéticas.
- La producción de jalea real es muy poca y es comercializada de la misma manera que el polen.
- La cera de opérculo es el material que las abejas destinan a tapar las celdas en cuyo interior se encuentran las larvas. Este tipo de cera se utiliza mucho en cosmética natural. Es la cera más "pura", libre de residuos de plaguicidas de la colmena. Se comercializa en el mercado externo.
- La cera de recupero es la recuperada del fundido de panales viejos (3 años de uso y se ponen negros y las celdas más chicas). Es la que va acumulando todos los residuos de lo que se aplica en la colmena. La utilizan las cosméticas en el mercado interno y también se utiliza para estampar los cuadros.
- El propóleo es una sustancia resinosa utilizada por las abejas para cubrir y proteger la colmena. Las abejas obtienen esta sustancia a partir de las yemas y cortezas de algunos árboles. Ha sido usado tradicionalmente por sus propiedades antisépticas y fungicidas para tratar diversas infecciones. Es comercializado únicamente en el mercado externo.
- La polinización es la transferencia del polen de la parte masculina de las flores a la parte femenina, teniendo como objetivo la reproducción. Una adecuada polinización, no solo implica mayor producción sino mejor tamaño, uniformidad,

forma, etc., de los frutos y un mayor valor comercial como consecuencia. Este servicio es de gran importancia y es una práctica extendida en el mundo, sobre todo en EEUU pero no así en Argentina. Hace pocos años que se está reconociendo el valor de este proceso natural y se está abonando por este servicio sobre todo en la polinización de frutales en el valle. También se aplica a semillas de girasol, cultivos de colza, alfalfa, etc.

Tal como se mencionó en el apartado sobre las características de los apicultores del sudoeste bonaerense, a nivel nacional, la extracción de miel también es realizada en salas propias, de terceros, o cooperativas en su mayoría. Está es extractada de los panales y depositada en tambores de 300-350 kg para su comercialización. El costo de este servicio generalmente es un porcentaje, que ronda del 8 al 12 %, según el precio de la miel, y de entregarse o no la cera de opérculo al productor.

El **último eslabón** corresponde al mercado externo e interno. El flujo principal de miel se canaliza a través de un acopiador exportador, ya que, estos actúan como agentes de compra de los exportadores. Debido a la gran concentración de la exportación en pocas empresas, estas son las que imponen condiciones al momento de pactar las compras, como plazos de pagos que superan los 60 días, generando complicaciones financieras en los productores. Desde la última década, los exportadores comercializan la miel clasificada en varios rangos de color a los países europeos. Sin embargo, recién en las últimas temporadas se trasladó la diferenciación en precio, y solo clasificándose, con mecanismos discrecionales, en dos categorías, y a su vez, no se vieron reflejadas las cotizaciones internacionales, siendo principalmente utilizada esta diferenciación para la especulación de mercado. En Argentina se producen mieles particulares pero, salvo excepciones, no se tipifican debido a la falta de experiencia y de estudios. Por otro lado, se han reportado exportaciones de miel diferenciada por origen botánico, en las cuales los precios al productor apícola tampoco se vieron reflejados.

En resumen, la estrategia del acopiador continúa centrándose en el volumen comercializado pero asegurándose cierto piso en la calidad/inocuidad del producto. Además, el apicultor tiene escaso poder de negociación con este último, resultado

de la atomización del mercado, de un producto mayormente sin atributos diferenciales reconocidos y su dificultad para desplegar estrategias conjuntas (Estrada, 2005).

Respecto del precio, como es propio del mercado de *commodities* tiende a unificarse, donde productor es precio-aceptante ocasionalmente logrando mínimas diferenciaciones por volumen.

En cuanto a la comercialización de la miel en el mercado interno, se puede decir que la misma es vendida a la industria directamente, a fraccionadores o, precisamente, a acopiadores. La proporción destinada a la industria (panificadoras, cosméticas, golosinas, entre otras) es poco significativa y generalmente son mieles de inferior calidad (Rodríguez, 2007). Este mercado está muy poco desarrollado, pero en pleno crecimiento por el cambio de las costumbres alimenticias del país. Anualmente se estima que el consumo es de 180 gr por habitante por año (Nimo, 2003).

Otra forma de comercialización, y de la cual se tienen pocos datos ciertos a consecuencia de la informalidad del sector, es la venta directa al consumidor de miel fraccionada y sin marca. Los controles son escasos o inexistentes, lo que imposibilita tener registros ciertos.

4.2. Cadena de valor Apícola para el sudoeste bonaerense

La cadena apícola para el sudoeste bonaerense no difiere mucho de la explicada a nivel nacional. Las particularidades que se dan se detallan, siguiendo los tres eslabones explicitados en el apartado anterior.

Respecto al **primer eslabón**, se han llevado a cabo trabajos de coordinación entre los productores y la CAP, concentrando compras de insumos como el azúcar, suplementos proteicos, vestimenta y tambores con el objeto de obtener un precio diferencial para los asociados de la Cámara.

Asimismo, se realizan capacitaciones a los productores en jornadas mensuales y anuales tendientes a mejorar las prácticas de manejo de los sistemas productivos. También, se llevan a cabo líneas de investigación sobre caracterizaciones de mieles en la región, formulaciones proteicas, estudios sobre floración, calidad de pólenes y propóleos, y aportando en la investigación sobre enfermedades apícolas. Todo esto implica un fuerte compromiso de todos los actores involucrados, actuando con dinamismo para afianzar los cambios en el largo plazo, permitiendo un crecimiento y desarrollo de la actividad apícola en la región de forma sustentable.

Al igual que en el nivel nacional, existen muchas empresas en la zona dedicadas a la venta de productos apícolas como puede ser la provisión de parte de alzas, cuadros, cera estampada, maquinarias, etc. Asimismo, existen empresas de mayor envergadura que proveen tambores y envases. En cuanto a la tecnología necesaria, tanto para la producción como para la extracción y fraccionamiento, no representa una limitante para la actividad debido a su fácil acceso, no está expuesta a grandes cambios tecnológicos, no es onerosa, posee calidad comparable a la de otros países y es suficientemente flexible a distintas escalas de producción.

En relación al **segundo eslabón**, los productores presentan una importante dispersión espacial ocupando tanto áreas rurales como ámbitos peri-urbanos, aún más acentuada si se considera la localización de los colmenares, la que se ha expandido considerablemente en la última década producto de la necesidad de búsqueda de flora melífera. Solo el 23,38% de los productores de la zona, cuenta con más de 500 colmenas, lo que permite afirmar que la mayoría realiza esta actividad como complemento de otra, que es la principal (Tourn-Marconi, 2013).

El principal producto que comercializan es la miel, seguido por el núcleo, los servicios de polinización y como actividad reciente, solo para un grupo muy reducido de productores, la comercialización del polen.

En cuanto al **último eslabón**, la comercialización de la miel es realizada, el 90 % al mercado externo, del productor a un acopiador y este a un exportador. El apicultor tiene escaso poder de negociación aguas arriba (con el acopiador) producto de la

atomización del mercado, el producto mayormente sin atributos diferenciales reconocidos y su dificultad para desplegar estrategias conjuntas.

La estrategia del acopiador continúa centrándose en el volumen comercializado pero asegurándose cierto piso en la calidad/inocuidad del producto. Al igual que en la cadena Nacional, respecto del precio, el productor es precio-aceptante, pudiendo lograr beneficios por volumen.

Los exportadores centran su estrategia en la compra de grandes volúmenes de miel de calidad acorde con las exigencias del mercado de destino, a niveles de precios que les posibilitan apropiarse de buena parte de las rentas generadas en la producción conjunta del complejo, y en post de este objetivo estructuran sus vínculos y emiten/omiten información.

El 10% restante se comercializa en el mercado interno, pero se carece de información respecto a cómo y dónde es comercializada.

El polen es comercializado en el mercado interno, junto con el núcleo. El primero es fraccionado y comercializado principalmente en dietéticas en los grandes centros de consumo, sin ningún tipo de diferenciación y/o industrialización. El segundo, se comercializa, por ahora en el mercado interno, pero se está intentando certificar los mismos para poder ser exportados, ya que son muy requeridos en los países desarrollados.

Por último, también se ofrece, en el mercado interno, el servicio de polinización sobre cultivos de siembra de girasol, valle y colza.

Como se puede observar, en general, las características de los tres eslabones en la región, no distan significativamente de las que se presentan en el resto del país.

Se considera que la cadena apícola es tecnológicamente poco compleja, como consecuencia de que su producto principal no sufre una transformación física importante (Gorestein y otros, 2006).

CAPÍTULO 5

Los Modelos Matemáticos de Optimización

5.1. Los Modelos Matemáticos y los Métodos de Optimización

Es evidente que la Cadena de Valor Apícola, como otras cadenas, representa un sistema interdependiente, donde las decisiones de producción de los productos y subproductos poseen importancia, porque repercuten sobre el resultado final de la cadena total. La decisión de, por ejemplo, llevar a cabo actividades de trashumancia, o bien de producir o no Núcleos, repercutirán en la producción del resto de los productos y tendrán efectos en los costos e ingresos, y por supuesto en el resultado final. La consideración de la Cadena como “un todo”, con sus implicancias, puede ser abordado a partir de un Modelo Matemático de Optimización, lo que puede permitir seleccionar las mejores opciones que impliquen el mejor resultado posible.

Un modelo matemático es una abstracción o representación en términos matemáticos (variables, datos, ecuaciones, etc.) de cierto problema de interés de la vida real. Actualmente, en conjunción con modernas herramientas numéricas y computacionales, constituyen una poderosa herramienta para la optimización del proceso de toma de decisiones de problemas en administración de sistemas reales.

Sin embargo resulta en general muy difícil, y a veces imposible, desarrollar un modelo matemático que capture todos los aspectos de un problema y de su ambiente de planeación o toma de decisiones, ya que la mayoría de los problemas de la vida real son altamente complejos y están sujetos a una considerable dosis de incertidumbre y variabilidad. Como consecuencia de ello, normalmente se intentan formular versiones simplificadas del problema o realizar asunciones y simplificaciones. De modo que siendo que el enfoque de modelamiento proporciona soluciones a ese problema simplificado o aproximado, las soluciones tendrán discrepancias con los resultados que subjetivamente se esperan del problema original.

No obstante, el modelamiento y optimización de problemas de la vida real, con la ayuda de las modernas herramientas computacionales de modelamiento y resolución, y a través de un adecuado procesos de refinamiento del nivel de detalle y validación de las simplificaciones y asunciones realizadas en los modelos, constituyen un poderoso instrumento de apoyo para la toma de decisiones en problemas de gestión de sistemas complejos.

Las técnicas de optimización han estado disponibles desde hace más de un siglo. En un principio se referían a aspectos del cálculo diferencial y a la búsqueda de máximos y mínimos de funciones. Sin embargo, fue durante la Segunda Guerra Mundial en la década del '40 del siglo pasado, cuando el formalismo matemático de un problema de optimización y los métodos de resolución robusto y de gran escala comenzaron a emerger. Esto ocurrió más o menos en forma simultánea en Inglaterra y en EEUU, cuando diferentes grupos de investigación fueron convocados para plantear y resolver problemas referentes a la dilucidación de claves enemigas y del monumental problema logístico para abastecimiento de insumos (alimentos, armamento, municiones, ect.) a los frentes de batalla en Europa y el Pacífico, dando origen a lo que se conoce como Investigación Operativa (IO) o Investigación de Operaciones, de gran impacto en la Ciencias de la Administración.

En los desarrollos de esos primeros años de la IO, se destaca el surgimiento de la Programación Lineal y el Método Simplex de resolución, a cargo de un grupo liderado por George B. Dantzig, trabajando para la Rand Corporation en Santa Bárbara, California. A partir de 1947, una vez terminada la guerra, y liberado de la restricciones de confidencialidad, Dantzig publicó los resultados obtenidos en el desarrollo de estas tecnologías, que de la mano de las primeras computadoras que comenzaron a estar disponibles a comienzos de la década del '50, facilitó la impresionante difusión que tuvo la IO en el ámbito civil, primero en la academia y posteriormente en la administración de sistemas industriales, de administración pública, etc.

Posteriormente, durante la segunda mitad del siglo pasado, se logró un gran avance en el desarrollo de estrategias de optimización para sistemas no-lineales, dinámicos, bajo incertidumbre, etc., y sus correspondientes variaciones mixtos continuos

enteros. Esto amplió considerablemente las aplicaciones a todo tipo de sistemas, de modo que actualmente el modelado y optimización es una herramienta fundamental con que cuentan los administradores de sistemas, para el apoyo en el proceso de toma de decisiones. Una interesante y completa evolución de las metodologías y herramientas de modelado y optimización puede consultarse en Kallrath (2004)

5.2. Los Problemas de Optimización.

Para Shapiro (2001), los modelos de optimización se pueden clasificar, según el efecto de su resultado, en Normativos o Descriptivos. Los primeros, son los que indican el camino a seguir. Dentro de estos, están aquellos cuya estructura se ajusta a algunos de los patrones clásicos para los que es factible la optimización (programación lineal por ejemplo), por lo que se denominan modelos de optimización; y están los que la estructura del modelo impide el uso de algún método de optimización conocido, y se llaman modelos de resolución mediante heurísticas porque se plantean procedimientos heurísticos de resolución que, si bien no garantizan óptimos, permiten encontrar soluciones en espacios cortos de tiempo.

Los descriptivos engloban al resto (Previsión, Data Mining, Simulación, Dinámica de Sistemas, etc) que abarcan todas aquellas técnicas de modelado que no comportan la definición de estructuras matemáticas pero definen una solución como la deseable para ser implementada. En definitiva, son los que describen la situación actual o futura.

Los modelos matemáticos representan la realidad mediante variables y parámetros por lo que los problemas de optimización se componen básicamente de tres elementos:

- **Función objetivo:** es la medida cuantitativa del funcionamiento del modelo que se desea optimizar (maximizar o minimizar).
- **Variables:** representan las decisiones que se pueden tomar para afectar el valor de la función objetivo.

- Restricciones: representan el conjunto de relaciones (expresadas mediante ecuaciones e inecuaciones) que ciertas variables están obligadas a satisfacer.

Un problema de optimización entonces busca maximizar o minimizar una función matemática de un número de variables, sujeta a ciertas restricciones. Muchos problemas de la vida real, entre ellos los problemas de administración óptima de cadenas de valor, pueden ser modelados en estos términos. La función a optimizar se puede expresar en términos de múltiples variables, mientras que las restricciones determinan el conjunto de posibles valores de estas variables que potencialmente pueden ser óptimos.

Dependiendo de la naturaleza de los problemas, existen una diversidad de formulaciones que incluyen problemas determinísticos y estocásticos, así como de estado estacionario y dinámicos. Son pertinentes al interés de esta tesis los problemas de tipo determinísticos y de estado estacionario. Dependiendo de su naturaleza, las variables pueden ser reales o enteras, mientras que las funciones pueden ser lineales o no lineales, o una mezcla de ambas. Estas combinaciones originan diferentes tipos de problemas de optimización tales como Programación Lineal (LP, o Linear Programming), Programación No Lineal, (NLP, o Non Linear Programming), Programación Lineal Mixto Entera (MILP, o Mixed Integer Linear Programming) y Programación No Lineal Mixto Entera (MINLP, o Mixed Integer Non Linear Programming). Los problemas de interés directo de esta tesis, así como una inmensa cantidad de problemas pertinentes a las Ciencias de la Administración, caen en la categoría de LP o MILP.

La estructura general de estos dos tipos de problemas es como sigue. En el caso de LP se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Max } f(x) &= \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n a_{i,j} \cdot x_j &\{ \leq, =, \geq \} b_i \quad , i = 1, \dots, m \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

donde $f(x)$ es la función objetivo lineal en términos de las n variables x_j , y los n coeficientes c_j . Si, como es muy usual, $f(x)$ representa una función de tipo económico (costos, beneficios netos, ingresos etc.), entonces x_j expresa cantidad de bienes o recursos y c_j los respectivos costos específicos de los mismos. Las m restricciones, pudiendo ser de igualdad o desigualdad, representando la utilización de los recursos escasos, que se modelan en términos de los coeficientes $a_{i,j}$ ($i=1, \dots, m$), que representan el uso específico de cada recurso, mientras que b_i es la disponibilidad del mismo.

Si hubiera decisiones de tipo enteras, normalmente representadas como variables binarias que toman valores 0 o 1, la formulación pasa a ser un MILP:

$$\begin{aligned} \text{Max } f(x) &= \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j + \sum_{k=1}^r d_k \cdot y_k \\ \text{s.t.} \\ \sum_{j=1}^n a_{i,j} \cdot x_j + \sum_{k=1}^r w_{i,k} \cdot y_k &\{ \leq, =, \geq \} b_i \quad , i = 1, \dots, m \\ x_j &\geq 0 \\ y_k &\in \{0,1\}^r \end{aligned}$$

donde se incorporan las r variables binarias y_k , ($k=1, \dots, r$) y sus correspondientes formulaciones en las restricciones en término de los coeficientes $w_{i,k}$.

5.3. Los Sistemas de Modelamiento y Optimización

El gran incremento en las aplicaciones de problemas de optimización que se comenzó a dar a partir de la década del '60 del siglo pasado, originó la necesidad de desarrollar formas más prácticas tanto para desarrollar los modelos matemáticos como para la resolución numérica de los mismos, así como para la entradas de datos y visualización de resultados.

Para dar respuesta a esta necesidad, hacia finales de la década del '70 aparecieron los denominados "lenguajes de modelamiento". Estos consisten en un programa computacional que permite al usuario esencialmente escribir cualquier tipo de modelo matemático de optimización, a través de una sintaxis especial (bastante similar a la usada para escribir el modelo en papel), y luego mediante una simple

sentencia del código de entrada, llamar a la rutina numérica que resuelve el problema particular que haya resultado. Esto permite a un usuario interesado en resolver problemas prácticos de la vida real, concentrarse en el desarrollo del modelo de optimización independizándose de su resolución, la cual se realiza a través de robustos algoritmos fácilmente invocados desde el lenguaje de modelamiento.

El primero de estos programas, cuya idea original se presentó en 1976, fue GAMS (General Algebraic Modeling Systems) (Brooke y col, 1988). Desarrollado por un grupo de investigadores del banco Mundial, que trabajaba en el desarrollo de modelos económicos dentro de dicha institución, no tardó en transformarse en una compañía comercial, GAMS Corporation, que difundió rápidamente GAMS en la academia y en la industria, cambiando el paradigma en cuanto a la facilidad de desarrollar y resolver problemas de optimización prácticos.

En los últimos años han surgido otros programas de características similares a GAMS como AIMMS, AMPL, etc. GAMS sigue siendo uno de los softwares de modelamiento y optimización que más difusión tiene a nivel global. Actualmente estos paquetes han evolucionado desde “lenguajes de modelamiento” a lo que se conoce actualmente como “sistemas de modelamiento”. Estos últimos tienen lenguajes de modelamiento a los que se le han incorporado muchas facilidades para el ingreso y salida de datos y la comunicación con una amplia variedad de otros programas computacionales, planillas de cálculo, bases de datos, etc. GAMS es hoy un ejemplo de estos sistemas. De modo que su potencialidad, facilidad de uso y robustez hacen que sea el software elegido para el desarrollo de los modelos de esta tesis.

5.4. Aplicaciones de Optimización en Problemas de Cadenas de Valor

Las cadenas de valor constituyen sistemas de la vida real de gran escala territorial e incluso temporal, con multiplicidad de actores que deben coordinar sus actividades de negocios en ambientes cada vez más inciertos y competitivos. Todas estas características definen a un sistema complejo en cuanto a la coordinación de sus

decisiones, por lo que resulta sumamente difícil implementar las mismas sin la ayuda de las modernas tecnologías.

Shapiro (2001), reconoce este hecho cuando asegura que la optimización en la gestión de sistemas empresarios requiere un enfoque integral que considere todas las actividades involucradas, es decir típicamente usando un enfoque de cadena de valor, más que un nodo aislado de la misma, como lo sería una empresa individual. Según el mismo autor, los modelos matemáticos de optimización son las herramientas necesarias y deseables para identificar decisiones efectivas en las cadenas de valor de las empresas modernas. Asimismo, son las únicas herramientas que tienen el potencial de ser capaces de analizar las complejas interacciones de las decisiones tomadas a lo largo de la cadena de una forma sistémica. Estos modelos se pueden nutrir de datos provenientes de los sistemas de información que utilizan las empresas como planillas de cálculo, ERP (Enterprise Resource Planing), bases de datos, etc.

En la presente tesis se utiliza el modelamiento y optimización para el estudio de la cadena de valor apícola del sudoeste bonaerense. Se trata de un estudio preliminar de la cadena, por lo que si bien se considera la cadena completa, se analiza el escenario de estado estacionario de la misma en un período determinado del negocio apícola, que coincide con un ciclo completo del negocio. Esto permite abordar el problema utilizando un enfoque de Programación Lineal. De todos modos, se reconoce que un estudio más profundo requeriría considerar la variabilidad temporal de la información y las decisiones de la cadena, lo que lleva a la toma de decisiones en períodos de tiempo de días o semanas, lo que derivaría en la necesidad de desarrollar modelos de tipo Mixto Entero Lineal (MILP), donde las decisiones discretas (binarias) estarían asociadas a la toma o no de una dada decisión en cada uno de los períodos de tiempo.

De todos modos el modelo LP que se desarrolla en esta tesis constituye el insumo básico para ese modelo MILP. Trabajando con una herramienta como GAMS ese modelo MILP se podría derivar en forma relativamente simple a partir del modelo LP que se presenta, indexando las variables en los períodos de tiempo que se utilicen,

y con el agregado de algunas restricciones adicionales necesarias para el modelado de las lógicas de interrelación entre las decisiones.

CAPITULO 6

Modelo de Optimización de la Cadena de Valor (CVA) del Sudoeste de la Prov. de Bs.As.

6.1. Consideraciones Generales

En este capítulo se presenta un esquema conceptual de la Cadena de Valor Apícola del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires descrita en el Capítulo 4.2, con el objeto de poder plasmarlo en un modelo matemático para ser utilizado por el programa GAMS. Para su mejor comprensión se presentan dos esquemas, uno compacto que describe las principales características de la cadena, y uno expandido con todos los detalles necesarios para el correcto seguimiento del desarrollo del modelo matemático.

Ambos esquemas se basan en la lógica de una representación en red, que consiste en un sistema interconectado de nodos y arcos (o corrientes). Los nodos representan la confluencia o separación de las decisiones de la cadena, mientras que los arcos representan las corrientes de materiales entre los nodos y como entrada y salida del sistema completo de la cadena de valor. En los Anexos I y II se presentan la descripción de cada nodo y corriente de los esquemas.

En definitiva, de acuerdo al esquema de cadena de valor desarrollado en el capítulo 4.2, se busca elaborar un modelo conceptual del mismo, para luego desarrollar el modelo de optimización descrito en el capítulo 5.2 utilizando la herramienta GAMS. Cabe destacar, que el modelo considera como variables de decisión la distribución (o camino) óptimo de las colmenas y producto a través de la colmena, con el objetivo de maximizar los beneficios netos globales. Se plantea un primer escenario óptimo basado en valores económicos tomados de la encuesta anual que realiza la CAP. Luego se muestran dos escenarios que son los que suceden habitualmente y tres situaciones de variabilidad de costos con el objeto de ver el impacto de los mismos en la elección de la combinación óptima de productos.

6.1.1. Limitaciones del modelo

La actividad apícola cuenta con pocas estadísticas a nivel nacional y regional, por lo que, para la realización del presente trabajo se contó con la información suministrada por la CAP del año 2014 específicamente y de las campañas 2012 y 2013.

La CAP lleva a cabo una vez al año, durante el mes de Junio, un relevamiento de la estructura de ingresos-egresos de sus asociados, cantidad producida de miel, pólen, núcleos, servicio de polinización ofrecido, cantidad vendida de los mismos, y problemas acontecidos en la producción, entre otros ítems.

A raíz del presente trabajo, la CAP incorporó una serie de preguntas relacionadas a la comercialización en el mercado interno, a la estructura de costos, etc. con el objeto de mejorar la utilización del modelo desarrollado.

Tal como se mencionó en el capítulo anterior, el presente modelo es determinístico y se utiliza un modelo de programación lineal, siendo esto su mayor limitación, ya que queda fuera de análisis la aleatoriedad de las variables. Si bien, esta es una limitación, el objetivo de esta tesis es llevar a cabo un análisis preliminar, pudiendo adecuar el modelo a cada situación en particular, variando el valor de las variables de entrada (precios, costos, capacidad de producción, etc.), con el objeto de crear sistemas de gestión que permitan disminuir la incertidumbre. En los modelos estocásticos, las relaciones entre variables se toman por medio de funciones probabilísticas y al momento de la realización de la presente tesis, no se contaba con información histórica de la cadena de valor apícola del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, que permitiera realizar análisis de ese tipo. Por lo que se consideró que para el tipo de estudio que se pretende llevar a cabo, la realización de un modelo de optimización en estado estacionario y sin incertidumbre, junto con el análisis de escenarios, representa una excelente opción para un ensayo preliminar.

De modo que una importante componente de la tesis ha sido la realización de una descripción detallada, incluyendo trabajos de campo con los actores del sector, que

incluyan tanto los aspectos estructurales como operativos y de costos de dicha cadena, con el objeto de desarrollar una herramienta computacional para apoyo en la toma de decisiones de la misma, que pueda ser eventualmente usada por diferentes organizaciones relacionadas con la cadena de valor para definir políticas y estrategias y realizar asesoramiento en el sector. En esa dirección, se definió que en el marco de la presente tesis, se desarrolle dicha herramienta computacional que permita realizar una primera cuantificación de los diferentes aspectos que hacen a la mencionada cadena, sin pretender que la misma sea una herramienta definitiva.

6.2. Esquema Compacto

El esquema compacto representado en la Figura 6.1, representa en forma macroscópica (desde una visión global de la cadena de valor), las distintas alternativas que se pueden presentar, el flujo de materiales y decisiones. Como se observa en la figura, el productor comienza con una cantidad inicial de colmenas indicada por la corriente con la sigla **AC** y tiene cuatro cultivos alternativos para enviar a polinización sus colmenas. Estos destinos se denotan con las siguientes letras:

- G**: cultivos de siembra de **G**irasol
- O**: **O**tros cultivos (flor amarilla, abrepuño, etc.)
- Z**: cultivos de **C**olza
- V**: cultivos del **V**alle

A su vez, las colmenas que polinizan cultivos de colza, también pueden polinizar cultivos de semilla de girasol (corriente **ZG**) y, si polinizan cultivos del valle, luego tienen la posibilidad de polinizar los cultivos de semilla de girasol (corriente **VG**). Una vez finalizado el servicio de polinización, las colmenas son trasladadas a otros cultivos para culminar todo el proceso de generación de miel, polen o núcleo. Es por ello que todas las corrientes **ZO**, **VO**, **GO** se confluyen al nodo **O**. Dicho servicio es licitado por la cooperativa CAP, estableciéndose un precio base para todos los apicultores intervinientes.

De acuerdo al servicio de polinización que se ofrezca, se pueden producir tres tipos de productos, indicados en la Figura 6.1 como las corrientes:

OP: polen,

OM: miel

ON: núcleo,

Si se produce polen, necesariamente se produce miel lo que se indica como corriente **PM**. Algo similar ocurre si se produce núcleo, ya que entonces necesariamente se debe producir miel, indicado como corriente **NM**. Tanto en el nodo miel (nodo **M**) como en el nodo polen (nodo **P**), se produce un desperdicio identificado por las corrientes **DM** y **DP** respectivamente.

Como se puede observar en el esquema, el polen y el núcleo se comercializan en el mercado interno (nodo **MI**), corriente **PMI** y **NMI** respectivamente, mientras que la miel se puede destinar al mercado interno y al externo (nodo **ME**), corriente **MMI** y **MME** respectivamente. El total producido en ambos mercados se identifica con las corrientes **TMMI** (total mercado interno) y **TMME** (total mercado externo).

Cadena Valor Apícola – Esquema Compacto

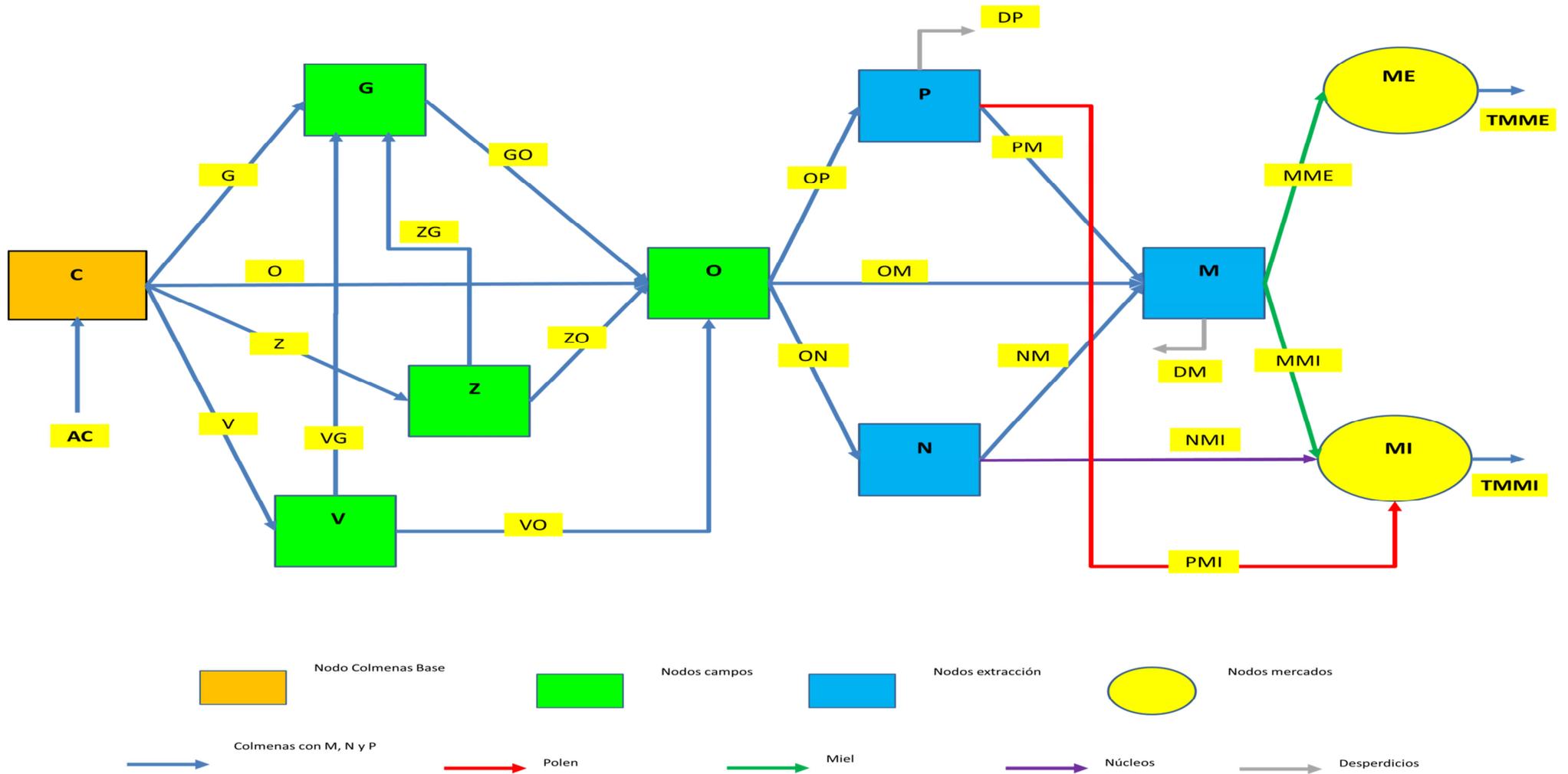


Figura 6.1: Esquema Compacto de la Cadena Apícola del Sudoeste Bonaerense
Fuente Propia

6.3. Esquema Expandido

En la Figura 6.2 se presenta el esquema expandido de todas las combinaciones de decisiones posibles que se pueden derivar desarrollando las opciones (o caminos) implícitos en el esquema compacto de la Figura 6.1.

En el modelo matemático que se presenta más adelante, se optó por denotar el nombre de los nodos con una letra **N** precediendo al nombre del mismo. Las corrientes se denotan con las letras del nodo de origen seguidas por las letras del nodo de destino de la misma.

El esquema expandido está organizado en un nodo de origen (o nodo padre) y cinco niveles de nodos descendientes (o nodos hijos). El nodo padre es el nodo **C** (campo), donde se define la cantidad de colmenas con las que se cuenta. A partir del mismo se derivan las corrientes que llevan a los nodos hijos de primer nivel, o sea las corrientes **VO**, **VGO**, **ZO**, **ZGO**, **O**, **GO** y **GO**. El detalle completo de la definición de los nodos y las corrientes del esquema expandido se encuentran en el Anexo III y Anexo IV.

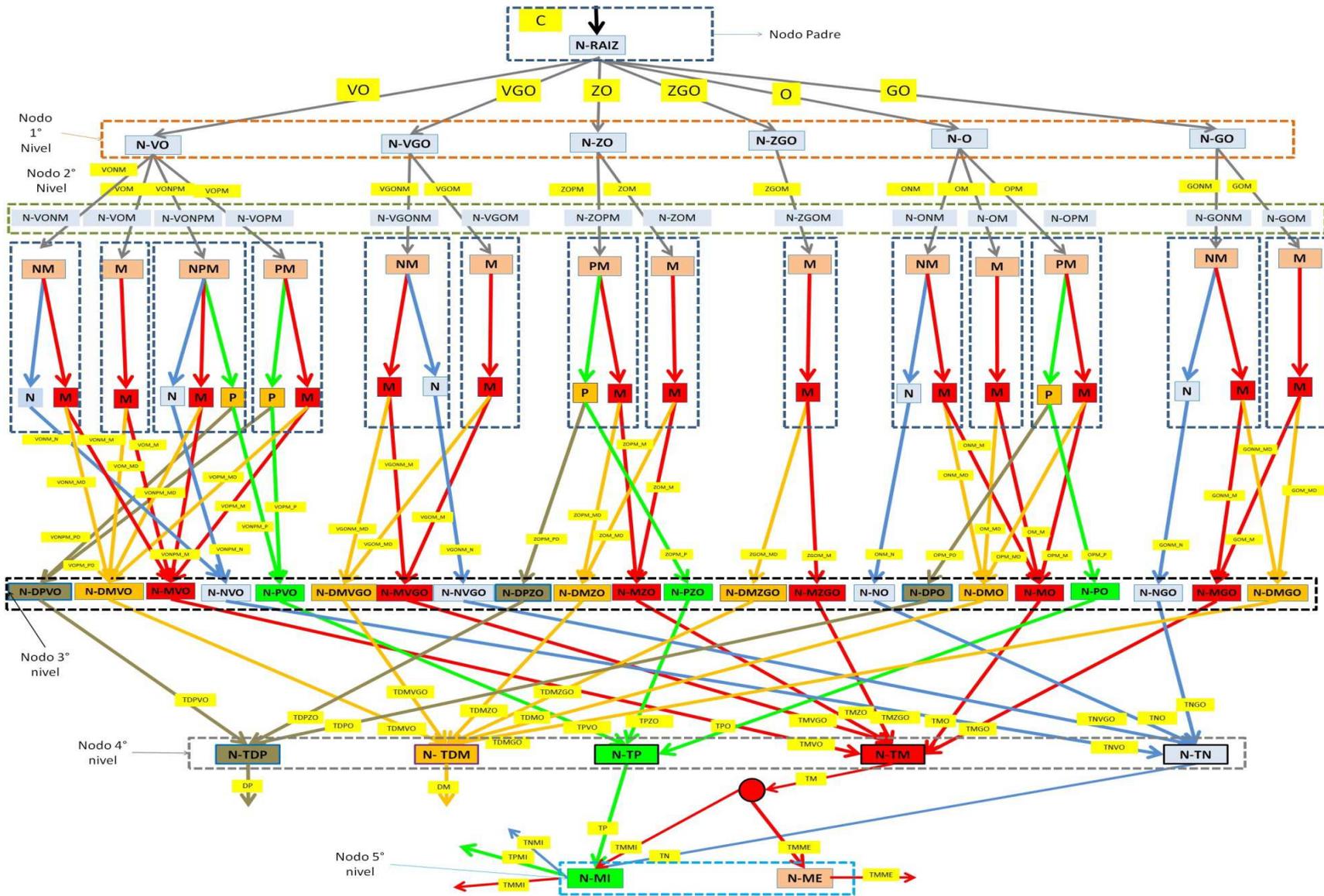


Figura 6.2: Esquema Expandido de la Cadena Apícola del Sudoeste Bonaerense
Fuente Propia

Nodos del Primer y Segundo Nivel

i. Polinizar otros cultivos (O)

En este nodo, el productor envía las colmenas a otros cultivos (flor amarilla, abrepuño, etc.) donde podrá producir cualquiera de estos productos al dirigirse a los nodos de segundo nivel:

- únicamente miel (nodo **OM**),
- polen y miel (nodo **OPM**),
- núcleo y miel (nodo **ONM**).

ii. Polinizar cultivos de semilla de Girasol (GO)

En este caso, el productor decide polinizar cultivos de semilla de girasol, para culminar su ciclo en otros cultivos. En los nodos de segundo nivel se pueden obtener los siguientes productos:

- únicamente miel (**GOM**),
- núcleo y miel (**GONM**).

iii. Polinizar cultivos de colza (ZO)

En este nodo, las colmenas son destinadas a polinizar cultivos de colza, para culminar en otros cultivos, pudiendo producir cualquiera de los siguientes productos en el segundo nivel de nodos:

- únicamente miel (**ZOM**) o,
- polen y miel (**ZOPM**)

iv. Polinizar cultivos de girasol luego de haber polinizado cultivos de colza (ZOG)

En esta alternativa el productor primero polinizó cultivos de colza para luego destinar las mismas a la polinización de cultivos de girasol y culminar en otros cultivos. De esta forma sólo puede obtener, en el segundo nodo, un solo producto que es miel (**ZGOM**).

v. Polinizar cultivos del Valle (VO)

Las colmenas son llevadas a los cultivos del valle con el objeto de polinizar los frutales, para terminar su ciclo en otros cultivos. Los productos que se pueden obtener, en el segundo nivel de nodos, son:

- núcleo y miel (**VONM**),
- únicamente miel (**VOM**),
- núcleo, polen y miel (**VONPM**),
- polen y miel (**VOPM**).

vi. Polinizar cultivos del Valle y luego cultivos de semilla de girasol (VOG)

En esta última opción, las colmenas son enviadas a polinizar cultivos del valle, para luego enviarlas a polinizar cultivos de semilla de girasol y culminar el ciclo en otros cultivos. De esta manera, se puede producir en el segundo nivel de nodos:

- únicamente miel (**VGOM**),
- núcleo y miel (**VGONM**)

Nodos de Tercer Nivel

Estos son los nodos que acumulan el desperdicio de miel o polen de cada corriente y los que acumulan lo producido de miel, polen y núcleo en cada nodo de segundo nivel. Los desperdicios se identifican con la letra **DM** si es de miel y **DP** si es de polen, seguido de la nomenclatura del nodo de primer nivel. El total de miel, polen o núcleo generado en cada una de las alternativas (**O, VO, VGO, ZO, ZGO, GO**) se identifica con una **M** si es miel, una **P** si es polen y una **N** si es núcleo, también seguido por la nomenclatura del nodo de primer nivel.

Nodos de Cuarto Nivel

Por último, todas las corrientes se unen en los nodos de cuarto nivel, que acumulan, por una parte todo lo producido, ya sea de miel, polen y núcleo y, por el otro, los desperdicios de miel y polen. Los desperdicios se identifican con las letras **TD** (Total Desperdicio) y luego la letra **P** si es polen y **M** si es miel. En cuanto a lo producido, se identifica con una letra **T** (Total) y luego **M** si es miel, **N** si es núcleo y **P** si es polen.

Nodos de Quinto Nivel

Este nivel contempla sólo dos nodos que concentran el total producido de miel, núcleo y polen en todo el sistema, indicando **TM** a total miel, **TP** total polen y **TN** total núcleo, seguido por la sigla **MI** o **ME** de acuerdo al mercado en el que se comercializan, siendo el primero mercado interno y el segundo mercado externo.

6.4. Desarrollo de un modelo de optimización de la CVA-SOPBA. Modelo de estado estacionario de tipo LP.

El modelo matemático está compuesto por 94 variables y 86 ecuaciones y se utilizó la estructura de costos presentada por la Cámara Apícola Pampero. Los valores presentados en dicha estructura son económicos y corrientes y se corresponden con la encuesta anual realizada por dicha entidad en el mes de Junio. La misma consiste en un cuestionario donde, en una parte, se detallan los precios de venta y costos de los insumos utilizados para la producción. En la tabla 6.1, se puede observar el coeficiente de variación que presentan los precios de venta de los distintos productos. En el caso del servicio de polinización de colza, al no existir información respecto del mismo, no está considerado en la tabla.

PRECIOS	2011	2012	2013	2014	Media	Desvio	Coefficiente de Variación
NÚCLEOS	\$ 140,00	\$ 170,00	\$ 250,00	\$ 300,00	\$ 215,00	\$ 73,26	34,07%
MIEL	\$ 8,00	\$ 9,00	\$ 16,00	\$ 26,00	\$ 14,75	\$ 8,30	56,28%
POLEN	\$ 70,00	\$ 80,00	\$ 100,00	\$ 120,00	\$ 92,50	\$ 22,17	23,97%
P. Girasol	\$ 96,00	\$ 170,00	\$ 210,00	\$ 250,00	\$ 181,50	\$ 65,69	36,19%
P. Valle	\$ 16,00	\$ 21,00	\$ 42,00	\$ 100,00	\$ 44,75	\$ 38,52	86,07%

Tabla 6.1: Análisis de variación de precios. Datos suministrados por la CAP

Como se puede ver, el servicio de polinización del valle es el producto que presenta mayor variación, seguido por la miel, el servicio de polinización del girasol, el núcleo y por último el polen. Por lo que los datos del primero son muchos más heterogéneos que los demás.

Cabe resaltar, como se mencionó en el apartado anterior, que se parte de un escenario base utilizando la estructura de costos de la mencionada encuesta para

calcular el resultado óptimo. Luego se plantean dos escenarios que se presentan habitualmente, para terminar analizando el impacto del cambio del valor de insumos relevantes.

La mencionada estructura se puede ver en el Anexo V. El archivo de entrada del modelo completo desarrollado en el programa GAMS se puede observar en el Anexo VI.

6.4-1. Función objetivo

El objetivo del modelo es maximizar el beneficio total del sistema, por lo que se plantea como función objetivo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 ZOBJ = & PMMI * TMMI + PMME * TMME + PPMI * TPMI + PNMI * TNMI + VO \\
 & * PPV + VGO * (PPV + PPG) + ZO * PPZ + ZGO * (PPZ + PPG) + GO \\
 & * PPG - VGOM * CPVGOM - ZOPM * CPZOPM - ZOM * CPZOM \\
 & - ZGOM * CPZGOM - ONM * CPONM - OM * CPOM - OPM * CPOPM \\
 & - GONM * CPGONM - GOM * CPGOM - VONM * CPVONM - VOM \\
 & * CPVOM - VONPM * CPVONPM - VOPM * CPVOPM
 \end{aligned}$$

Dónde:

<i>PMMI</i>	: precio de venta de la miel en el mercado interno,
<i>PMME</i>	: precio de venta de la miel en el mercado externo,
<i>PPMI</i>	: precio de venta del polen en el mercado interno,
<i>PNMI</i>	: precio de venta del núcleo en el mercado interno,
<i>TMMI</i>	: total producido de miel para el mercado interno,
<i>TMME</i>	: precio de venta de la miel en el mercado externo,
<i>TPMI</i>	: total producido de polen para el mercado interno,
<i>TNMI</i>	: total producido de núcleo en el mercado interno,
<i>TMME</i>	: total producido de miel en el mercado externo,
<i>PPV</i>	: precio de venta del servicio de polinización en el valle,
<i>PPG</i>	: precio de venta del servicio de polinización del girasol,
<i>PPZ</i>	: precio de venta del servicio de polinización de colza,
<i>CPVGOM</i>	: costo de producción de la corriente VGOM ,

<i>CPZOPM</i>	: costo de producción de la corriente ZOPM ,
<i>CPZOM</i>	: costo de producción de la corriente ZOM ,
<i>CPZGOM</i>	: costo de producción de la corriente ZGOM ,
<i>CPONM</i>	: costo de producción de la corriente ONM ,
<i>CPOM</i>	: costo de producción de la corriente OM ,
<i>CPOPM</i>	: costo de producción de la corriente OPM ,
<i>CPGONM</i>	: costo de producción de la corriente GONM ,
<i>CPGOM</i>	: Costo de producción de la corriente GOM ,
<i>CPVONM</i>	: Costo de producción de la corriente VONM ,
<i>CPVOM</i>	: Costo de producción de la corriente VOM ,
<i>CPVONPM</i>	: Costo de producción de la corriente VONPM ,
<i>CPVOPM</i>	: Costo de producción de la corriente VOPM ,

Todos los precios de venta de la miel y el polen están expresados en \$/kg, los del núcleo en \$/unidad y el precio del servicio de polinización es \$/col. Los costos están expresados en \$/col y los totales de producción de miel y polen en kg y el núcleo en unidades.

6.4-2. Restricciones de igualdad (balances en los diferentes niveles)

A continuación se describen las ecuaciones que representan los balances (entradas/salidas) de los diferentes materiales (colmenas, miel, polen, etc.) en cada uno de los nodos de los diferentes niveles (ver Figura 6.2 y Anexo III y IV con la descripción de los nodos y corrientes respectivamente)

a) Nodo raíz

Este nodo iguala la totalidad de las colmenas a la sumatoria de cada una de las corrientes de salida que representan las distintas alternativas mencionadas en el modelo conceptual.

$$C = VO + VGO + ZO + ZGO + O + GO$$

b) Nodo de primer nivel

En este nivel, cada alternativa se iguala a la corriente de lo que puede producir (miel, miel-polen, miel-núcleo, miel-núcleo-polen) cada colmena en cada una de ellas.

$$VO = VONM + VOM + VONPM + VOPM$$

$$VGO = VGONM + VGOM$$

$$ZO = ZOPM + ZOM$$

$$ZGO = ZGOM$$

$$O = ONM + OM + OPM$$

$$GO = GONM + GOM$$

c) Nodo de segundo nivel

En este nodo se procede a la extracción de la miel, del polen y del núcleo para su posterior comercialización, por lo que aparecen las variables de rendimiento y desperdicio. La primera está expresada en kg/col y la segunda como un porcentaje.

- Bloque de ecuaciones para la corriente **VONM**:

$$VONM_M = VONM * RM_{VONM} * (1 - PDM)$$

$$VONM_{MD} = VONM * RM_{VONM} * PDM$$

$$VONM_N = VONM * RN_{VONM}$$

- Bloque de ecuaciones para la corriente **VOM**:

$$VOM_M = VOM * RM_{VOM} * (1 - PDM)$$

$$VOM_{MD} = VOM * RM_{VOM} * PDM$$

- Bloque de ecuaciones para la corriente **VONPM**:

$$VONPM_N = VONPM * RN_{VONPM}$$

$$VONPM_M = VONPM * RM_{VONPM} * (1 - PDM)$$

$$VONPM_{MD} = VONPM * RM_{VONPM} * PDM$$

$$VONPM_P = VONPM * RP_{VONPM} * (1 - PDP)$$

$$VONPM_P = VONPM * RP_{VONPM} * PDP$$

- Bloque de ecuaciones para corriente **VOPM**:

$$VOPM_M = VOPM * RM_{VOPM} * (1 - PDM)$$

$$VOPM_{MD} = VOPM * RM_{VOPM} * PDM$$

$$VOPM_P = VOPM * RP_{VOPM} * (1 - PDP)$$

$$VOPM_{PD} = VOPM * RP_{VOPM} * PDP$$

- Bloque de ecuaciones para la corriente **VGO**:

$$VGONM_N = VGONM * RN_{VGONM}$$

$$VGONM_M = VGONM * RM_{VGONM} * (1 - PDM)$$

$$VGONM_{MD} = VGONM * RM_{VGONM} * PDM$$

$$VGOM_M = VGOM * RM_{VGOM} * (1 - PDM)$$

$$VGOM_{MD} = VGOM * RM_{VGOM} * PDM$$

- Bloque de ecuaciones para la corriente **ZO**:

$$ZOPM_P = ZOPM * RP_{ZOPM} * (1 - PDP)$$

$$ZOPM_{PD} = ZOPM * RP_{ZOPM} * PDP$$

$$ZOPM_M = ZOPM * RM_{ZOPM} * (1 - PDM)$$

$$ZOPM_{MD} = ZOPM * RM_{ZOPM} * PDM$$

$$ZOM_M = ZOM * RM_{ZOM} * (1 - PDM)$$

$$ZOM_{MD} = ZOM * RM_{ZOM} * PDM$$

- Bloque de ecuaciones de la corriente **ZGO**:

$$ZGOM_M = ZGOM * RM_{ZGOM} * (1 - PDM)$$

$$ZGOM_{MD} = ZGOM * RM_{ZGOM} * PDM$$

- Bloque de ecuaciones de la corriente **O**:

$$ONM_N = ONM * RN_{ONM}$$

$$ONM_M = ONM * RM_{ONM} * (1 - PDM)$$

$$ONM_{MD} = ONM * RM_{ONM} * PDM$$

$$OM_M = OM * RM_{OM} * (1 - PDM)$$

$$OM_{MD} = OM * RM_{OM} * PDM$$

$$OPM_P = OPM * RP_{OPM} * (1 - PDP)$$

$$OPM_{PD} = OPM * RP_{OPM} * PDP$$

$$OPM_M = OPM * RM_{OPM} * (1 - PDM)$$

$$OPM_{MD} = OPM * RM_{OPM} * PDM$$

- Bloque de ecuaciones en la corriente **GO**:

$$GONM_N = GONM * RN_{GONM}$$

$$GONM_M = GONM * RM_{GONM} * (1 - PDM)$$

$$GONM_{MD} = GONM * RM_{GONM} * PDM$$

$$GOM_M = GOM * RM_{GOM} * (1 - PDM)$$

$$GOM_{MD} = GOM * RM_{GOM} * PDM$$

Dónde:

PDM	: pérdida del desperdicio de miel,
PDP	: pérdida del desperdicio del polen,
RN_{VONM}	: rendimiento del núcleo de la corriente VONM ,
RM_{VONM}	: rendimiento de la miel de la corriente VONM ,
RM_{VOM}	: rendimiento de miel de la corriente VOM ,
RM_{VONPM}	: rendimiento de la miel de la corriente VONPM ,
RN_{VONPM}	: rendimiento del núcleo de la corriente VONPM ,
RP_{VONPM}	: rendimiento del polen de la corriente VONPM ,
RP_{VOPM}	: rendimiento del polen de la corriente VOPM ,
RM_{VOPM}	: rendimiento de la miel de la corriente VOPM ,
RM_{VGONM}	: rendimiento de la miel de la corriente VGONM ,
RN_{VGONM}	: rendimiento del núcleo de la corriente VGONM ,
RM_{VGOM}	: rendimiento de la miel en la corriente VGOM ,
RM_{ZOPM}	: rendimiento de la miel en la corriente ZOPM ,
RP_{ZOPM}	: rendimiento del polen de la corriente ZOPM ,
RM_{ZOM}	: rendimiento de la miel en la corriente ZOM ,
RM_{ZGOM}	: rendimiento de la miel en la corriente ZGOM ,
RM_{ONM}	: rendimiento de la miel en la corriente ONM ,
RN_{ONM}	: rendimiento del núcleo en la corriente ONM ,
RM_{OM}	: rendimiento de la miel en la corriente OM ,
RM_{OPM}	: rendimiento de la miel en la corriente OPM ,
RP_{OPM}	: rendimiento del polen en la corriente OPM ,
RM_{GONM}	: rendimiento de la miel en la corriente GONM ,
RN_{GONM}	: rendimiento del núcleo en la corriente GONM ,
RM_{GOM}	: rendimiento de la miel en la corriente GOM ,

d) Ecuaciones de tercer nivel

Este nodo acumula los totales de desperdicio de miel y polen y los totales producidos de miel, polen y núcleo, provenientes de los nodos que les dieron origen.

• Los derivados del nodo **VO**

- ✓ Total de MIEL: $TMVO = VONM_M + VOM_M + VONPM_M + VOPM_M$
- ✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMVO = VONM_{MD} + VOM_{MD} + VONPM_{MD} + VOPM_{MD}$
- ✓ Total de POLEN: $TPVO = VONPM_P + VOPM_P$
- ✓ Total de DESPERDICIO de POLEN: $TDPVO = VONPM_{PD} + VOPM_{PD}$
- ✓ Total de NUCLEO: $TNVO = VONM_N + VONPM_N$

• Derivados del nodo **VGO**

- ✓ Total de MIEL: $TMVGO = VGONM_M + VGOM_M$
- ✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMVGO = VGONM_{MD} + VGOM_{MD}$
- ✓ Total de NUCLEO: $TNVGO = VGONM_N$

• Derivados del nodo **ZO**

- ✓ Total de MIEL: $TMZO = ZOPM_M + ZOM_M$
- ✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMZO = ZOPM_{MD} + ZOM_{MD}$
- ✓ Total de POLEN: $TPZO = ZOPM_P$
- ✓ Total de DESPERDICIO de POLEN: $TDPZO = ZOPM_{PD}$

• Derivados del nodo **ZGO**

- ✓ Total de MIEL: $TMZGO = ZGOM_M$
- ✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMZGO = ZGOM_{MD}$

• Derivados del nodo **O**

- ✓ Total de MIEL: $TMO = ONM_M + OM_M + OPM_M$
- ✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMO = ONM_{MD} + OM_{MD} + OPM_{MD}$
- ✓ Total de POLEN: $TPO = OPM_P$
- ✓ Total de DESPERDICIO de POLEN: $TDPO = OPM_{PD}$

✓ Total de NUCLEO: $TNO = ONM_N$

• Derivados del nodo **GO**

✓ Total de MIEL: $TMGO = GONM_M + GOM_M$

✓ Total de DESPERDICIO de MIEL: $TDMGO = GONM_{MD} + GOM_{MD}$

✓ Total de NUCLEO: $TNGO = GONM_N$

e) Ecuaciones de cuarto nivel

En este nivel se acumula el desperdicio total de miel y polen y la producción total de miel, polen y núcleo. Abarca a todo el sistema.

✓ Desperdicio Total de POLEN: $DP = TDPVO + TDPZO + TDPO$

✓ Desperdicio Total de MIEL: $DM = TDMVO + TDMVGO + TDMZO + TDMO + TDMGO$

✓ Total de POLEN: $TP = TPVO + TPZO + TPO$

✓ Total de MIEL: $TM = TMVO + TMVGO + TMZO + TMZGO + TMO + TMGO$

✓ Total de NUCLEO: $TN = TNVO + TNVGO + TNO + TNGO$

f) Ecuaciones de quinto nivel

Este nivel agrupa lo producido según el mercado donde se comercialice (mercado interno o mercado externo).

✓ Total POLEN MERCADO INTERNO: $TPMI = TP$

✓ Total NUCLEO MERCADO INTERNO: $TNMI = TN$

✓ Total MIEL MERCADO INTERNO Y EXTERNO: $TMMI + TMME = TM$

6.4-3. Restricciones de desigualdad (límites de las variables)

El modelo posee pocas restricciones, ya que la demanda es mayor que la oferta. De todos modos, se especificó una demanda alta para plantear un tope. La única restricción que se esboza es el porcentaje que se destina a cada mercado.

✓ Restricción de la venta total de miel en el mercado interno:

$$TMMI \leq DMMI$$

$$TMMI = PORMI * TM$$

Donde $DMMI$ es el límite de la demanda de miel para el mercado interno,
 $PORMI$ es el porcentaje de miel (10%) que se vende en el mercado interno .

- ✓ Restricción de la venta total de miel en el mercado externo:

$$TMME \leq DMME$$

$$TMME = PORME * TM$$

Donde $DMME$ es el límite de la demanda de miel para el mercado externo,
 $PORME$ es el porcentaje de miel (90%) que se vende en el mercado externo.

- ✓ Restricción de la venta total de polen en el mercado interno:

$$TPMI \leq DPMI$$

Donde $DPMI$ es la demanda de polen en el mercado interno.

- ✓ Restricción de la venta total de núcleo en el mercado interno:

$$TNMI \leq DNMI$$

Donde $DNMI$ es la demanda de núcleo en el mercado interno.

6.5. Resultados Generales del Modelo de Optimización

Para optimizar la cadena de valor se consideró un escenario basado en una disponibilidad de 500 colmenas. El modelo proporciona los valores óptimos de cómo deben distribuirse las mismas a través de los diferentes campos, así como las cantidades óptimas de cada producto y cantidades vendidas en cada mercado, con el objetivo de maximizar los beneficios netos y dentro de los límites operativos de la cadena. De esta manera se determinó que el resultado óptimo se alcanza colocando todas las colmenas a polinizar únicamente en cultivos del valle y producir núcleos, polen y miel, además del servicio adicional de polinización (corriente VONPM), obteniendo un valor de la función objetivo de \$125.915. Esto se logra con una distribución óptima de productos y desperdicios derivados como se indica en la Tabla 6.2.

Nombre de la Variable	Cantidad (Kg).
DP	500
DM	1000
TP	2000
TM	9000
TN	500

Tabla 6.2: Resultados óptimos de la optimización de la cadena con distribución libre de las colmenas

Este punto óptimo de las variables de decisión del modelo corresponden a \$ 674.000 de Ingresos y \$ 548.085 de Egresos, que da el valor de beneficios netos de \$ 125.915 antes indicado.

Como se mencionó en los apartados anteriores, en el actual contexto mundial, el aumento de la competencia internacional, el cambio de hábito en el consumo de productos naturales con su consecuente aumento de demanda y las imposición en cuestiones de calidad, han llevado a que no sean las empresas por si mismas las que logran insertarse con éxito en los mercados sino que dependan de la eficiencia de toda su cadena de valor. Es por ello que es fundamental la coordinación entre actores privados, sus organizaciones representativas, actores públicos y organizaciones no gubernamentales.

La herramienta presentada permite determinar que lo óptimo para los productores sería diversificar su cartera. Es decir, no sólo producir miel sino que también polinizar cultivos del valle, elaborar núcleos y comenzar a producir polen. Es fundamental que estos comprendan que dicha diversificación les permitirá no sólo obtener ingresos adicionales sino que además impactará en el desarrollo de los distintos actores de la cadena como empresas proveedoras de insumos y tecnología, laboratorios, etc. Una manera de conseguir este cambio, podría ser a través del rol del estado, fomentando políticas de diversificación en la producción. La mayor dificultad que se presenta para todos los actores es el poder trabajar con iniciativas basadas en consensos y que operen a partir de información confiable para todos los participantes. En este sentido, la existencia del modelo presentado permite tener una visión global del sector, pudiéndose adaptar a cada actor en particular.

Es importante resaltar, que este resultado óptimo no es llevado a cabo por los productores, en parte por desconocimiento de los mismos, por problemas financieros y por otras variables subjetivas que están fuera del alcance de este estudio.

6.6. Resultados de Estudios de Escenarios

El resultado anterior es el óptimo arrojado por el modelo para un escenario de 500 colmenas, cuando no se impone ningún tipo de restricciones sobre la forma de distribuir las mismas. Sin embargo, en situaciones reales existen otros escenarios posibles, que pueden ser fácilmente considerados por el modelo, mediante la incorporación de las correspondientes restricciones. Así es que personal de la CAP indicó que existen escenarios habituales en la operatoria de la cadena de valor y que resultaría de interés reproducir con el modelo. El primero se refiere a forzar determina distribución de las colmenas y el segundo a considerar variaciones en el precio de venta del azúcar, el costo del gasoil y el costo del servicio de extracción de miel. A continuación se presentan los resultados obtenidos con el modelo para diferentes variaciones de estos datos.

6.6.1. Destinar 20% de las colmenas a GOM y el resto a OM

Una de las alternativas que plantean los productores es destinar el 20% de sus colmenas a polinizar el girasol y el resto a otros cultivos. En ambos casos, solo colocan sus colmenas a producir miel. Esto se debe, a que financieramente perciben el ingreso por el servicio de polinización y con este hacen frente a los gastos de la etapa de recolección de la miel.

De modo que utilizando el modelo desarrollado resulta muy sencillo evaluar el impacto económico que esta decisión implica. Para ejemplificar eso, sobre la base de las 500 colmenas, se consideró un escenario donde 100 colmenas se destinan a polinizar cultivos de semilla de girasol y 400 a otros cultivos. Esta situación representó un valor de la función objetivo que asciende a \$ 20.368. El resultado de lo producido se muestra en la Tabla 6.3.

OM		GOM		TOTAL
Variable	Kg.	Variable	Kg.	
OM_M	9.000	GOM_M	1.350	10.350
OM_MD	1.000	GOM_MD	150	1.150

Tabla 6.3: Resultados óptimos forzando una cantidad de 100 colmenas a cultivos de girasol

Como se puede ver, se produce más miel pero la función objetivo disminuye notablemente en relación al valor óptimo, prácticamente un 84 % menos que los \$ 125.925 óptimo. Desde el punto de vista estrictamente económico, obviamente los productores no deberían optar por esta alternativa. A pesar de esto, la misma es una práctica habitual, ya que hay variables subjetivas que están fuera del alcance del presente estudio.

También es interesante analizar los precios sombra. Estos se relacionan con las restricciones y hacen referencia a la variación que sufre el valor de la función objetivo si el lado derecho de la restricción (normalmente representa la disponibilidad del recurso escaso cuyo consumo modela la restricción) es aumentado en una unidad o si es disminuido en una unidad (Shapiro, 2001). Para este caso en particular, por tratarse de un problema de maximización cuya restricción es de mayor o igual, se puede afirmar que para la alternativa de GOM mayor o igual al 20% y OM mayor o igual al 80%, los precios sombra son -\$212,83 y -\$210,66, respectivamente. Esto significa que por cada colmena que se destina a la primera opción, la función objetivo se ve disminuida en \$212,83 y, lo mismo ocurre con la opción OM que disminuye a razón de \$210,66 por colmena.

El balance económico de cada nodo es el siguiente:

- Nodo OM:

$$\text{Ingreso BOM} = \$ 234.000$$

$$\text{Egreso BOM} = \$ 217.532$$

$$\text{Beneficio BOM} = \$ 16.468$$

- Nodo GOM:

$$\text{Ingreso GOM} = \$ 60.100$$

$$\text{Egreso GOM} = \$ 56.200$$

$$\text{Beneficio GOM} = \$ 3.900$$

6.6.2. Destinar 20% de las colmenas a GOM, 30% a VONM y el resto a OM

En este caso se analiza la posibilidad de enviar 150 colmenas a polinizar el valle para producir miel y núcleo, 250 a polinizar otros cultivos para generar miel y 100 a polinizar cultivos de girasol para producir miel. En este caso, al igual que el anterior, se produce más miel pero la función objetivo se reduce considerablemente. La misma pasa a ser de \$ 27.366.

Los precios sombra son los mismos que en el punto anterior para las corrientes OM y GOM, pero se agrega el de la corriente VONM que es de - \$ 164, también negativo, por lo que por cada colmena que se coloca en esta alternativa, la función objetivo se ve reducida en \$164 por colmena.

La producción total de esta alternativa se puede ver resumida en la siguiente tabla.

OM		GOM		VONM		TOTAL
Variable	Kg.	Variable	Kg.	Variable	Kg.	
OM_M	5.625	GOM_M	1.350	VONM_M	2.700	9.675
OM_MD	625	GOM_MD	150	VONM_MD	300	1.075
				VONM_N	150	150

Tabla 6.4: Resultados óptimos para la distribución de colmenas: 150 valle, 250 otros cultivos, 100 girasol

En esta opción, se produce menos miel pero se incorpora la posibilidad de vender núcleos, lo cual mejora la función objetivo, en relación a la alternativa del punto anterior.

El balance de ingresos y egresos para cada nodo es el siguiente:

- Nodo VONM:

$$\text{Ingreso VONM} = \$ 130.200$$

$$\text{Egreso VONM} = \$ 117.025$$

$$\text{Beneficio VONM} = \$ 13.174$$

- Nodo OM

$$\text{Ingreso OM} = \$ 146.250$$

$$\text{Egreso OM} = \$ 135.957,50$$

Beneficio OM = \$ 10.292,50

- Nodo GOM

Ingreso GOM = \$ 60.100

Egreso GOM = \$ 56.200

Beneficio GOM = \$ 3.900

6.6.3. Aumentar el precio del azúcar y del gasoil

En esta alternativa, se planteó considerar un análisis de sensibilidad sobre la base de variaciones en el precio del gasoil y del azúcar. En el primer caso, se aumentó el costo del gasoil en una unidad desde el valor de \$13 hasta alcanzar el de \$17, mientras que el precio del azúcar se varió en una unidad desde \$ 7 a \$13. Los resultados se indican en la Figura 6.3.

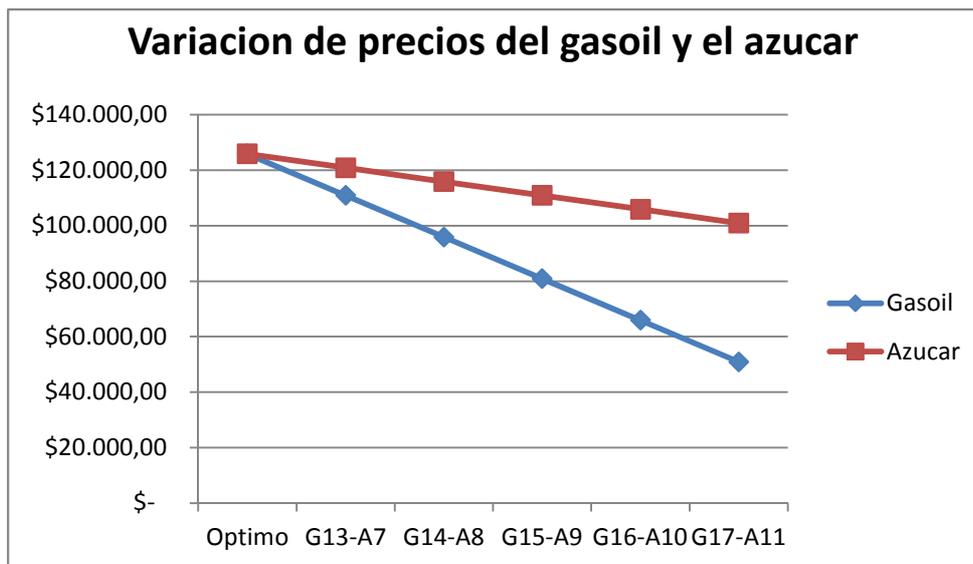


Figura 6.3. Resultados del análisis de sensibilidad sobre costo del gasoil y precio del azúcar

Como se puede observar en el gráfico, la variación en el precio del gasoil repercute negativamente en mayor medida que la del azúcar. De todas formas, la alternativa óptima sigue siendo la **VONPM**. El máximo aumento que se puede dar en el gasoil es del 41,66%, que representa un decremento en la función objetivo del 59,56%; mientras que en el azúcar, el máximo incremento es del 83,33% y solo significa una disminución de dicha función en un 19,85%. Este análisis permite determinar que la incidencia del insumo del combustible es mayor que el de la alimentación

energética. Esto puede llevar a que los productores realicen un pool de compra de este combustible, con el objeto de obtener un precio más competitivo. También, la CAP, podría encarar un proyecto de generación de combustible biodiesel, ofreciendo un precio diferencial a los asociados de la cámara.

6.6.4. Variaciones en el servicio de extracción de miel

En este punto, se plantearon dos posibles variaciones en el servicio de extracción de miel que se le cobra a los productores. Estos van desde el 13 % al 16 %, por lo que se analizaron estos dos escenarios.

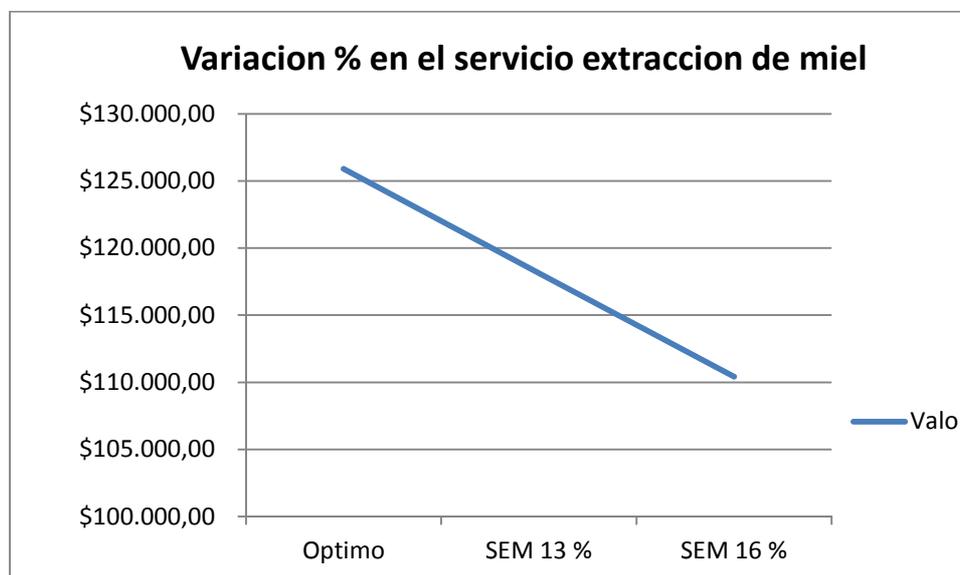


Figura 6.4. Resultados del análisis de sensibilidad sobre costo servicio de extracción de miel.

Como se puede observar, un aumento del 30% en el servicio actual que es del 10 %, representa una disminución de la función objetivo del 6,19 %; mientras que un incremento del 60 %, significa un decremento del 12,31 %. Al igual que el punto anterior, la alternativa óptima sigue siendo la corriente VONPM, con la diferencia que , las variaciones en este servicio inciden en menor medida sobre la función objetivo. De todas formas, en vistas de mejorar el margen de los productores, estos podrían plantear la posibilidad de adquirir los equipos necesarios y la correspondiente habilitación de SENASA para realizar el servicio ellos mismos, o bien, que la CAP adquiera dicho equipamiento y lo ofrezca a sus asociados.

CAPÍTULO 7

Conclusiones

En la presente tesis se llevó a cabo un estudio preliminar de la Cadena de Valor Apícola del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires y se desarrolló e implementó computacionalmente un modelo matemático de administración óptima, como herramienta de apoyo al proceso de toma de decisiones. Ambas actividades cumplen con el objetivo general de esta Tesis.

A lo largo del estudio se indagó en la trama apícola del sudoeste bonaerense, determinando los distintos actores que conforman la cadena para dicha región. Es así, que se pudo observar que el complejo apícola presenta varios puntos a tener en cuenta para su análisis. Por una parte, al ser la gobernanza del sector por el lado del comprador, ha llevado a que los productores locales mejoren sus procesos de producción y aseguren la calidad de sus productos, debido al poder que estos tienen, que ha permitido imponer sus exigencias en cuestiones de calidad. Tal como se ha mencionado, debido a varios acontecimientos y restricciones impuestas por los países desarrollados, la Argentina ha tenido que regularizar esta actividad, que venía ejerciéndose de manera informal. Es así, que se comienza a exigir a los productores apícolas que se inscriban en el Registro Nacional de Productores Apícolas (RENAPA) y en el RENSPA, se elaboran los manuales de buenas prácticas de manufactura, se exige la trazabilidad del producto, se establecen planes de mejora de la actividad a nivel nacional y provincial, etc. Por otro lado, es un sector con una marcada tendencia hacia el sector exportador y concentrado en la miel, con productores que realizan esta actividad con dedicación parcial, con escaso acceso al crédito y con políticas públicas que buscan fortalecer esta actividad.

A raíz del análisis del sector para el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, se puede afirmar que las herramientas para un mejor posicionamiento de la trama, más específicamente de los productores primarios, van en el sentido de la incorporación de mayor valor agregado a la producción (servicio de polinización, certificación de

origen, producción de polen, producción de núcleos, etc.), el asociativismo; y, por último, una activa política de apoyo y control por parte del Estado.

El modelo de optimización desarrollado es del tipo de Programación Lineal, y representa la optimización de estado estacionario de la cadena de valor apícola para un período equivalente al del negocio. El modelo considera como variables de decisión la distribución (o camino) óptimo de las colmenas y producto a través de la colmena, con el objetivo de maximizar los beneficios netos globales. Se parte del análisis de la combinación óptima, para luego plantear distintos escenarios habituales.

Tal como se comprobó, a través de los resultados obtenidos para un escenario típico de 500 colmenas, la consideración simultánea de las diferentes variables de producción de polen, núcleo y servicios de polinización, mejoraron notablemente el rendimiento. También se detectó que los cambios en los precios de insumos elementales como el azúcar, el gasoil y el servicio de extracción son factores que inciden fuertemente en la estructura de costos. De esta manera, se podrían organizar compras conjuntas con la CAP para minimizar los costos, establecer acuerdos con establecimientos habilitados de salas de extracción o incentivar la creación de una sala de la CAP que ofrezca el servicio a sus asociados, etc. Todas estas propuestas generan nuevas redes y permite la articulación entre otros agentes de la cadena mejorando los puntos críticos de la misma.

La idea de utilizar el concepto de la cadena de valor como instrumento para entender el funcionamiento del sistema global permite administrar los cambios que provienen del contexto y los mercados. En este sentido, el trabajo articulado con la CAP, mejora los resultados de la cadena de valor, generando como principales beneficiarios a los mismos productores. La sugerencia que se extrae del modelo, en la cual se recomienda una producción diversificada, no solo mejora la ecuación de ganancias del productor, sino que además permite la amortiguación de la misma ante cambios en algún precio. Por otro lado, y aunque no esté cuantificado en esta tesis, la política de incremento de polinización en el Valle, significa a la vez, un incremento en la producción de frutas predominantes en esa región.

Del desarrollo llevado a cabo, se entiende que la herramienta elaborada representa una interface sencilla, de relativamente fácil utilización, que permite a los

participantes de la cadena emplear la misma con el objeto evaluar diferentes escenarios y de esa manera, llevar a cabo toma de decisiones relevantes.

En definitiva, se logró desarrollar, haciendo uso de un sistema de modelado y optimización como el programa GAMS, un modelo matemático de gran utilidad que permite ver de manera global, la incidencia de cada uno de los actores dentro de la cadena. De esta manera, la CAP, puede contar con una herramienta que le permite tener una visión clara de las políticas a implementar para sus asociados y, a su vez, que estos puedan discutir junto a los productores, las alternativas de producción a seguir en pos de mejorar la realidad de todo el conjunto.

El modelo desarrollado, si bien representa una visión estática de la Cadena de Valor Apícola del Sudoeste de la Prov. de Bs.As., constituye la base de futuros desarrollos que incorporen la variable tiempo, permitiendo analizar la dinámica de las decisiones de la cadena durante el ciclo del negocio. Esta expansión del modelo implicaría pasar de un modelo de tipo LP a uno de tipo MILP, con la incorporación de variables binarias que modelen el hecho de que una decisión se tome o no en un dado período de tiempo (días o semanas), lo cual se puede realizar muy convenientemente en una herramienta como GAMS a través de la facilidad de indexado de las variables y ecuaciones.

Es así, que como consecuencia de las diferentes reuniones de trabajo realizadas con miembros de la Cooperativa Agrícola Pampero, donde se discutieron los alcances del modelo presentado en la tesis y el potencial existente para a partir del mismo continuar su desarrollo, se ha manifestado el interés de avanzar en esa dirección a través de algún esquema de trabajo de tipo académico y de cooperación con privados, para precisamente completar el desarrollo de una herramienta computacional de apoyo a la toma de decisiones, con valor mayor valor práctico. Esto abre la oportunidad de que, a partir de esta tesis, se pueda colaborar entre la academia y el sector privado para desarrollar estas herramientas cuya utilización pueden tener un importante potencial tanto económico como social por las características de la cadena de valor apícola, que evidentemente requieren de ingentes esfuerzos de desarrollo y conocimientos informáticos que, como ha sido mencionado anteriormente, superan el objetivo planteado en la presente tesis.

BIBLIOGRAFIA

- Bain, J.S. (1980): Industrial Organization, John Wiley and Sons Inc. New York.
- Bedascarrasbure, Enrique Luciano (2009): Documento base del programa nacional apícola, INTA. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/documento-base-del-programa-nacional-apicola/at_multi_download/file/Documento%20Base%20del%20Programa%20Nacional%20Ap%C3%ADcola.pdf
- Bisang, Roberto; Anlló, Guillermo; Campi, Mercedes; Albornoz, Ignacio (2009). “La Argentina ante la nueva internacionalización de la producción. Crisis y oportunidades. Capítulo IV: Cadenas de valor en la Agroindustria”, CEPAL, disponible en <http://www.cepal.org/argentina/noticias/noticias/5/37995/CapituloIV.pdf>.
- Blengino C., (2013). Sector Apícola 2013 - Informe de Coyuntura N° 3. Área de Estudios Sectoriales, Dirección de Agroalimentos. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/otros/apicola/informes/2013_02Feb.pdf
- Briz, J. (2013). “La cadena de valor como instrumento de análisis del funcionamiento y riesgo del sistema agroalimentario”, en Briz y De Felipe, “La cadena de valor agroalimentaria. Análisis internacional de casos reales”, Ed. Agrícola Española SA, Madrid.
- Brooke, Anthony; Kendrick, David; Meeraus, Alexander y Raman, Ramesh (1988): GAMS: A User's Guide. The Scientific Press, South San Francisco, California,.
- CODESPA (2010): “Cadenas de valor: creando vínculos comerciales para la reducción de la pobreza” Fundación CODESPA, Ed. CODESPA. Disponible en [file:///C:/Users/fede/Downloads/cadenas-de-valor-creando-vinculos-comerciales-para-la-erradicacion-de-la-pobreza%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/fede/Downloads/cadenas-de-valor-creando-vinculos-comerciales-para-la-erradicacion-de-la-pobreza%20(2).pdf)
- CREEBBA, (2003), “Las empresas apícolas regionales”. Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca. Indicadores de Actividad Económica N° 68. Bolsa de Comercio de Bahía Blanca.
- Crisanti, P.; Mateos, M. y Ghezán, G. (2011), “Redes socio-técnicas en torno al aseguramiento de la calidad. El caso de los apicultores en el sur de la Prov. de Buenos Aires”, Informe 6tas Jornadas interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agro Industriales, Buenos Aires.

- Díaz, R. (2009). Políticas y estrategias en las cadenas globales de mercancías; diseño de políticas sectoriales en Cadenas Globales: Enfoque para agroindustrias de países en desarrollo; editado por Díaz, Rafael; Pelupessy, Win y Fernando Sáenz. Editorial Universidad Nacional, Heredia Costa Rica, extraído en Porras 2012.
- Demarchi, G. (1997): “Asociativismo agrario: entre el pasado y el futuro”, Cuaderno 3 Serie Investigaciones, Pymes, Agropecuarias y cooperativas, IPAC, La Plata.
- Dichiara, Raúl O. (2005), “Economía Industrial: Conceptos y aplicaciones”, 1 Ed., Universidad Nacional del Sur, EDIUNS.
- Estrada, María E., (2005), “Complejo Apícola Argentino. Caracterización de los agentes económicos y formas de coordinación”. En IV Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales.
- Federal Register (2007): International Trade Administration , Vol. 72, No. 44, disponible en <http://www.apicultura.entupc.com/nuestrarevista/nueva/notas/nota-aca/Sancion%20en%20original.pdf>
- Gereffi, G., John Humphrey, Kaplinsky, R., Sturgeon, T. (2001): “Introduction: Globalisation, Value Chains and Development”, IDS, disponible en: <http://www.ids.ac.uk/files/dmfile/gereffietal323.pdf>
- Gereffi, G.; Humphrey, J. and Sturgeon, T. (2005). “The Governance of Global value chains”.Review of International Political Economy. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fisheries/docs/GVC_Governance.pdf
- Gorenstein S (1998): “Diagnóstico y propuestas asociativas para consorcios productivos del Sudoeste Bonaerense, Intermunicipal de Desarrollo Regional y el Intermunicipal Bahía Blanca-Coronel Rosales”; Documento de trabajo IPAC/UNS, La Plata.
- Gorenstein S, Gutiérrez R y Barbero A (2000): “El asociativismo agrario en la argentina: los senderos de reconversión de las cooperativas agropecuarias pampeanas”; X World Congress of Rural Sociology- XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Rio De Janeiro.
- Gorestein, S.; Quintar, A.; Barbero, A. e Izcovich, P. (2005). “Análisis participativo del proceso de transformación productiva e institucional en el Valle Bonaerense del Río Colorado”, Rimisp- Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, Bahía Blanca.

- Gorestein, S.; Viego, V. y Barbero, A. (2006) “Dinámicas de innovación y capacidades localizadas en tramas agroalimentarias pampeanas. El caso del sudoeste bonaerense”. Complejos productivos basados en recursos naturales y desarrollo territorial. Edi. UNS, Bahía Blanca.
- Gosliño, Martín (2000): “Apicultura y Asociativismo”, CREEBA, Informe N 65, disponible en http://www.apiculture.com/articulos/apicultura_asociativismo.pdf
- Iglesias, Daniel H. (2002). Cadenas de valor como estrategia: Las de cadenas de valor en el sector Agroalimentario, INTA, Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/dhi-cadenas.pdf>
- Kallrath, Josef (2004), “Modeling Languages in Mathematical Optimization”. Kluwer Academic Publishers.
- Kaplinsky Raphie (1999), “What can we learn from Value Chain Analysis?”, Institute Development Studies (IDS), Disponible en <http://www.ids.ac.uk/files/Wp110.pdf>
- Kaplinsky, R. and Morris, M. (2002), “A Handbook for Value Chain Research”, International Development Research Centre: IDRC, disponible en <http://www.srp-guinee.org/download/valuechain-handbook.pdf>
- Mason, E. S. (1939). Price and production policies of large-scale enterprise. The American Economic Review, 61-74.
- Nimo, M. (2003), “Cadena de la miel: análisis del sector”, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección Nacional de Alimentación.
- Nimo, M. y BEDASCARRASBURE, E. (2003), “Miel Argentina, calidad para el mundo”. Revista IDIA N° 5. Ediciones INTA.
- Nimo, Mercedes, Vázquez Flavia (2008): “Planificando a largo plazo”. Revista Alimentos Argentinos N 43, pág. 39. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/pdf/revista_AA_43.pdf
- Oksman, Manuel (1990). “Lecciones de Apicultura”, Buenos Aires.
- Pazzi, Andrés, (2009). “Sector Agropecuario y Desarrollo rural. El caso del Valle Bonaerense del Río Colorado (Argentina)”. Disponible en <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8817/Final.pdf?sequence=1>
- Porrás, Rafael D, Salazar, Jorge (2012), “Gobernanza en las cadenas globales de mercancías/valor: una revisión conceptual”, Revista Economía y sociedad N ° 41, disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/economia>

- Porter, Michael (1982). "Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Edición I. Compañía Editorial S.A. de C.V. (México). 1982
- Porter Michael E (1997). "Ventaja Competitiva", Editorial Continental, República de México.
- Rodriguez, G, Marcos, L (2007). Análisis del Mercado de la Miel: un abordaje desde el marketing. XII Jornadas Nacionales de la Empresa Agropecuaria, Tandil. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección Nacional de Alimentación (SAGPyA). Plan Estratégico Apícola Argentino (PEA) (2007-2017).
- Scherer, F.M., (1980): Industrial Market Structure and Economic Performance, 2 ed., Houghton Mifflin Company,
- Shapiro, J. (2001): Modeling the supply Chain", Duxbury Thomson Learning.
- Tourn, E., Marconi (2013), "Apicultura en el área de influencia del EEA INTA Bordenave: Temporada 2011-2012", presentado a la Sociedad Argentina de Apicultores (SADA).
- Vazquez, F., Fenandez, M. y Sabio, M. (2007). "Introducción al Sector Apícola" Dirección Nacional de Alimentos. SAGPyA.

Páginas de internet consultadas

- http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_3/apicultura.htm
- <http://www.mecon.gov.ar/>
- <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>

ANEXOS

Anexo I: Nodos Cadena de valor - Esquema Compacto

Nodo	Descripción
C	Nodo de colmenas base
V	Nodo donde se encuentra la corriente V y sale la corriente VO y VG
G	Nodo donde se encuentra la corriente G, VG y ZG y sale la corriente GO
Z	Nodo donde se encuentra la corriente Z y sale la corriente ZO y ZG
O	Nodo donde se encuentra la corriente O, GO, ZO, VO y sale la corriente OP, ON, OM
P	Nodo donde se encuentra la corriente PO y sale la corriente DP, PM, PMI
N	Nodo donde se encuentra la corriente ON y sale la corriente NMI, NM
M	Nodo donde se encuentra la corriente OM, PM, NM y sale la corriente DM, MMI, MME
ME	Nodo donde se encuentra la corriente MME y sale la corriente TMME
MI	Nodo donde se encuentra la corriente MMI, PMI, NMI y sale la corriente TMMI

Anexo II: Corrientes de la Cadena de valor - Esquema Compacto

Corriente	Descripción
AC	Corriente por la que circulan el total de colmenas
G	Corriente por la que circulan las colmenas que polinizan cultivos de semilla de girasol
O	Corriente por la que circulan las colmenas que polinizan otros cultivos
Z	Corriente por la que circulan las colmenas que polinizan cultivos de colza
V	Corriente por la que circulan las colmenas que polinizan cultivos del valle
VG	Corriente por la que circulan las colmenas que primero polinizan cultivos del valle, para luego polinizar cultivos de semilla de girasol
VO	Corriente por la que circulan las colmenas que primero polinizan cultivos del valle, para luego polinizar otros cultivos
ZG	Corriente por la que circulan las colmenas que primero polinizan cultivos de colza, para luego polinizar cultivos de semilla de girasol
ZO	Corriente por la que circulan las colmenas que primero polinizan cultivos de colza, para luego polinizar otros cultivos
GO	Corriente por la que circulan las colmenas que polinizan cultivos de semilla de girasol para luego polinizar otros cultivos
OP	Corriente por la que circulan las colmenas que producen polen y miel
OM	Corriente por la que circulan las colmenas que producen miel
ON	Corriente por la que circulan las colmenas que producen núcleos y miel
DP	Corriente por la que circula el desperdicio de polen
PM	Corriente por la que circula la miel proveniente de las colmenas que también generaron polen
PMI	Corriente por la que circula el polen que se comercializa en el mercado interno
NM	Corriente por la que circula las colmenas que producen miel y núcleo
NMI	Corriente por la que circula el núcleo que se comercializa en el mercado interno
DM	Corriente por el que circula el desperdicio de miel
MME	Corriente por la que circula la miel que se comercializa en el mercado externo
MMI	Corriente por la que circula la miel que se comercializa en el mercado interno
TMME	Corriente por la que circula el total de miel que se comercializa en el mercado externo
TMMI	Corriente por la que circula el total de miel que se comercializa en el mercado interno

Anexo III: Nodos de la Cadena de Valor - Esquema Expandido

Nodo	Descripción	Niveles
N-RAIZ	Nodo donde entran las colmenas y salen las corriente VO, VGO, ZO, ZGO, O, GO	Nodo Padre
N-VO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VO y de salida VONM, VOM, VOPM, VONPM	Nodo de primer nivel
N-VGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGO y las de salida VGONM, VGOM	
N-ZO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZO y las de salida ZOPM, ZOM	
N-ZGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZGO y las de salida ZGOM	
N-O	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada O y las de salida VGONM, VGOM	
N-GO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGO y las de salida ONM, OM, OPM	
N-VONM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONM y las de salida VONM_M, VONM_MD, VONM_N	
N-VOM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VOM y las de salida VOM_M, VOM_MD	
N-VONPM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONPM y las de salida VONPM_M, VONPM_MD, VONPM_N, VONPM_P, VONPM_PD	
N-VGONM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGONM y las de salida VGONM_M, VGONM_MD, VGONM_N	
N-VGOM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGOM y las de salida VGOM_M, VGOM_MD	
N-ZOPM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOPM y las de salida ZOPM_M, ZOPM_MD, ZOPM_P, ZOPM_DP	
N-ZOM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOM y las de salida ZOM_M, ZOM_MD	
N-ZGOM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZGOM y las de salida ZGOM_M, ZGOM_MD	Nodo Tercer Nivel
N-ONM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ONM y las de salida ONM_M, ONM_MD, ONM_N	
N-OM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada OM y las de salida OM_M, OM_MD	
N-OPM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada OPM y las de salida OPM_M, OPM_MD, OPM_P, OPM_PD	
N-DPVO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONPM_PD, VOPM_PD y la de salida TDPVO	
N-DMVO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONM_MD, VOM_MD, VONPM_MD, VOPM_MD y la de salida TDMVO	
N-MVO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONM_M, VOM_M, VONPM_M, VOPM_M y la de salida TMVO	
N-NVO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VONM_N, VONPM_N y la de salida TNVO	
N-DMVGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGONM_MD, VGOM_MD y la de salida TDMVGO	
N-MVGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGONM_M, VGOM_M y la de salida TMVGO	
N-NVGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada VGONM_N y la de salida TNVGO	
N-DPZO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOPM_PD y la de salida TDPZO	
N-DMZO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOPM_MD, ZOM_MD y la de salida TDMZO	
N-MZO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOPM_M, ZOM_M y la de salida TMZO	
N-PZO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZOPM_P y la de salida TPZO	
N-DMZGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZGOM_MD y la de salida TDMZGO	
N-MZGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ZGOM_M y la de salida TMZGO	
N-NO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ONM_N y la de salida TNO	
N-DPO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada OPM_PD y la de salida TDPO	
N-DMO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ONM_MD, OPM_MD, OM_MD y la de salida TDMO	
N-MO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada ONM_M, OPM_M, OM_M y la de salida TMO	
N-PO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada OPM_P y la de salida TPO	
N-NGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada GONM_N y la de salida TNGO	
N-MGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada GONM_M, GOM_M y la de salida TMGO	
N-DMGO	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada GONM_MD, GOM_MD y la de salida TDMGO	

N-TDP	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TDPVO, TDPZO, TDPO y la de salida DP	Nodo Cuarto Nivel
N-TDM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TDMVO, TDMVGO, TDMZO, TDMZGO, TDMO, TDMGO y la de salida DM	
N-TP	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TPVO, TPZO, TPO y la de salida TP	
N-TM	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TMVO, TMVGO, TMZO, TMZGO, TMO, TMGO y la de salida TM	
N-TN	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TNVO, TNVGO, TNO, TNGO y la de salida TN	
N-MI	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TP, TMMI, TN y la de salida TNMI, TPMI, TMMI	Nodo Quinto Nivel
N-ME	Nodo donde se encuentra la corriente de entrada TME y la de salida TMME	

Anexo IV: Corrientes de la cadena de valor – Esquema Expandido

Corriente	Descripción
C	Corriente por la que circulan el total inicial de las colmenas
VO	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos del valle
VGO	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan primero cultivos del valle y luego cultivos de semilla de girasol
ZO	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de colza
ZGO	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan primero cultivos de colza y luego cultivos de semillas de girasol
O	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan otros cultivos
GO	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de semilla de girasol
VONM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos del valle y producen núcleo y miel
VOM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos del valle y producen sólo miel
VONPM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos del valle y producen núcleo, polen y miel
VGONM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan primero cultivos del valle, luego cultivos de semilla de girasol y producen núcleo y miel
VGOM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan primero cultivos del valle, luego cultivos de semilla de girasol y producen sólo miel
ZOPM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de colza y producen polen y miel
ZOM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de colza y producen sólo miel
ZGOM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de colza, luego cultivos de siembra de girasol y producen sólo miel
ONM	Colmenas que provienen de O y producen núcleo y miel
OM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan otros cultivos y producen sólo miel
OPM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan otros cultivos y producen polen y miel
GONM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de semilla de girasol y producen núcleo y miel
GOM	Corriente por la que circulan colmenas que polinizan cultivos de semilla de girasol y producen sólo miel
VONM_N	Corriente por la que circula el núcleo proveniente de la corriente VONM
VONM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente VONM
VONM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente VONM
VOM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente VOM
VOM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente VOM
VONPM_N	Corriente por la que circula el núcleo proveniente de la corriente VONPM
VONPM_P	Corriente por la que circula el polen proveniente de la corriente VONPM
VONPM_PD	Corriente por la que circula el desperdicio del polen proveniente de la corriente VONPM
VOPM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente VONPM
VOPM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente VONPM

VOPM_P	Corriente por la que circula el polen proveniente de la corriente VOPM
VOPM_PD	Corriente por la que circula el desperdicio del polen proveniente de la corriente VOPM
VGONM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente VGONM
VGONM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente VGONM
VGONM_N	Corriente por la que circula el núcleo proveniente de la corriente VGONM
ZOPM_P	Corriente por la que circula el polen proveniente de la corriente ZOPM
ZOPM_PD	Corriente por la que circula el desperdicio del polen proveniente de la corriente ZOPM
ZOPM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente ZOPM
ZOPM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente ZOPM
ZOM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente ZOM
ZOM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente ZOM
ZGOM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente ZGOM
ZGOM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente ZGOM
ONM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente ONM
ONM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente ONM
ONM_N	Corriente por la que circula el núcleo proveniente de la corriente ONM
OM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente OM
OM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente OM
OPM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente OPM
OPM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente OPM
OPM_P	Corriente por la que circula el polen proveniente de la corriente OPM
OPM_PD	Corriente por la que circula el desperdicio del polen proveniente de la corriente OPM
GONM_N	Corriente por la que circula el núcleo proveniente de la corriente GONM
GONM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente GONM
GONM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente GONM
GOM_M	Corriente por la que circula la miel proveniente de la corriente GOM
GOM_MD	Corriente por la que circula el desperdicio de miel proveniente de la corriente GOM
TDPVO	Corriente por la que circula el desperdicio total de polen de la corriente VO
TDMVO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente VO
TMVO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente VO

TNVO	Corriente por la que circula el total de núcleo de la corriente VO
TPVO	Corriente por la que circula el total de polen de la corriente VO
TDMVGO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente VGO
TMVGO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente VGO
TDMVGO	Corriente por la que circula el total de desperdicio de miel del nodo VGO
TNVGO	Corriente por la que circula el total de núcleo de la corriente VGO
TDPZO	Corriente por la que circula el desperdicio total de polen de la corriente ZO
TDMZO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente ZO
TMZO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente ZO
TPZO	Corriente por la que circula el total de polen de la corriente ZO
TDMZGO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente ZGO
TMZGO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente ZGO
TNO	Corriente por la que circula el total de núcleo de la corriente O
TMO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente O
TDMO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente O
Corriente	Descripción
TPO	Corriente por la que circula el total de polen de la corriente O
TDPO	Corriente por la que circula el desperdicio total de polen de la corriente O
TDMGO	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel de la corriente GO
TMGO	Corriente por la que circula el total de miel de la corriente GO
TNGO	Corriente por la que circula el total de núcleo de la corriente GO
DP	Corriente por la que circula el desperdicio total de polen del sistema
DM	Corriente por la que circula el desperdicio total de miel del sistema
TM	Corriente por la que circula el total de miel del sistema
TN	Corriente por la que circula el total de núcleo del sistema
TP	Corriente por la que circula el total de polen del sistema
TPMI	Corriente por la que circula el total de polen del sistema que se comercializa en el mercado interno
TMMI	Corriente por la que circula el total de miel del sistema que se comercializa en el mercado interno
TMME	Corriente por la que circula el total de miel del sistema que se comercializa en el mercado externo
TNMI	Corriente por la que circula el total de núcleo del sistema que se comercializa en el mercado interno

Anexo V: Estructura de costos

	Producción miel			Polinización Colza			Polinización Valle						Polinización girasol		Precio
	Miel	miel polen	miel Nucleos	miel Colza	miel-colza-polen	miel-colza-gira	miel Valle	miel-nucleo valle	miel-valle-polen	miel-nucleo.valle-polem	miel-valle-girasol	miel-nucleo valle-girasol	miel-nucleo gira	miel-girasol	
Insumos anuales															
Aliment. Energ. Kg	12	12	17	15	15	17	7	7	7	10	10	12	17	12	\$ 6,00
Aliment. Prot. Kg	1	2	2,5	2,5	2,5	3	1	1	1	1,5	2	2	3	2	\$ 30,00
Sanidad	2	2	2,5	2	2	5	2	2,5	2,5	2	2	2,5	2	2	\$ 20,00
Reinas	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	2,5	0,5	1,5	0,5	0,5	\$ 30,00
Gasoil lts x colmena	3	6	4	4	6	5	6	8	8	10	6	8	5	4	\$ 12,00
Vehículo lts x colmena	6	12	8	8	12	10	12	16	20	20	12	16	10	8	
Visitas cantidad	15	30	20	20	35	25	30	40	40	40	30	30	25	20	\$ 1,00
Tiempo minutos x visita	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Rendimiento kg. Miel	25	20	20	20	15	10	25	20	20	20	15	15	10	15	\$ 26,00
Rendimiento kg polen. Nucleo	0	5	0	0	3	0	0	1	5	5	0	0	0	0	\$ 120,00
			1						1	1		1	1	0	\$ 300,00
Comisión miel	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
Tambores	8%	7%	7%	7%	5%	5%	8%	8%	7%	7%	5%	5%	5%	5%	\$ 400,00
comisión secado polen		15%			15%			15%	15%	15%					
Impuestos y servicios															
Comisión comercialización	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	

	Producción Miel (otros cultivos)			Polinización Colza (Z)			Polinización Valle (V)						Polinización Girasol (G)		
	Miel (OM)	Miel Polen (OPM)	Miel Nucleos (ONM)	Polinización sólo Colza		Poliniz.co lza y Girasol	Polinización Sólo Valle				Polinización Valle y Girasol		Miel-Nucleo-Girasol (GONM)	Miel-Girasol (GOM)	
				Miel-Colza (ZOM)	Miel-Colza-Polen (ZOPM)	Miel-Colza-Girasol (ZGOM)	Miel-Valle (VOM)	Miel-Nucleo Valle (VONM)	Miel-Valle-Polen (VOPM)	Miel-Nucleo-Valle-Polem (VONPM)	Miel-Valle-Girasol (VGOM)	Miel-Nucleo-Valle-Girasol (VGONM)			
INGRESOS (\$)															
Precio de miel	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Precio Polen	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Precio núcleo	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Servicio polinización	0	0	0	150	150	400	100	100	100	100	350	350	250	250	
EGRESOS (\$)															
Insumos anuales	310,00	463,00	496,00	424,00	541,00	562,00	433,00	575,00	623,00	700,00	481,00	695,00	502,00	391,00	
Extrac. miel +hambor	98,33	78,67	78,67	78,67	59,00	46,00	98,33	52,00	76,67	78,67	59,00	59,00	46,00	59,00	
Servicio polen	xx	90,00	xx	xx	54,00	xx	xx	xx	90,00	90,00	xx	xx	xx	xx	
Comisión	65,00	112,00	82,00	53,50	76,50	30,00	66,00	83,00	113,00	143,00	42,50	72,50	58,50	41,50	
Amortizaciones	71,00	85,00	71,00	70,50	84,50	84,50	70,50	70,50	84,50	84,50	70,5	70,50	70,50	70,50	
Total	543,83	828,17	727,17	626,67	815,00	722,50	667,83	780,50	989,17	1096,17	653,00	807,00	677,00	562,00	

Anexo VI: Modelo en GAMS

POSITIVE VARIABLE C ;

***** Nodo RAIZ - NC *****

POSITIVE VARIABLES GO, O, ZGO, ZO, VGO, VO;

EQUATIONS E1 ;

E1.. C =E= VO + VGO + ZO + ZGO + O + GO ;

***** Nodo de 1er. nivel: NVO, NVGO, NZO, NZGO, NO y NGO *****

POSITIVE VARIABLES VONM, VOM , VONPM, VOPM ;

POSITIVE VARIABLES VGONM, VGOM ;

POSITIVE VARIABLES ZOPM , ZOM ;

POSITIVE VARIABLES ZGOM ;

POSITIVE VARIABLES ONM , OM , OPM ;

POSITIVE VARIABLES GONM , GOM ;

EQUATIONS E2, E3, E4, E5, E6, E7 ;

E2.. VO =E= VONM + VOM + VONPM + VOPM ;

E3.. VGO =E= VGONM + VGOM ;

E4.. ZO =E= ZOPM + ZOM ;

E5.. ZGO =E= ZGOM ;

E6.. O =E= ONM + OM + OPM ;

E7.. GO =E= GONM + GOM ;

***** Nodos de 2do. nivel: NVONM, NVOM , NVONPM, NVOPM *****

* NVGONM, NVGOM,

* NZOPM , NZOM ,

* NZGOM ,

* NONM , NOM , NOPM ,
 * NGONM , NGOM

SCALAR PDM /0.10/, PDP/0.20/ ;

* Nodo derivados de VO

SCALAR RM_VONM /20/, RN_VONM/1/ ;
 SCALAR RM_VOM /25/ ;
 SCALAR RM_VONPM /20/, RP_VONPM /5/, RN_VONPM /1/ ;
 SCALAR RM_VOPM /20/ , Rp_VOPM /5/ ;

POSITIVE VARIABLES VONM_M , VONM_MD , VONM_N;
 POSITIVE VARIABLES VOM_M , VOM_MD ;
 POSITIVE VARIABLES VONPM_N, VONPM_M , VONPM_MD, VONPM_P,
 VONPM_PD ;
 POSITIVE VARIABLES VOPM_P , VOPM_PD , VOPM_M , VOPM_MD ;

EQUATIONS E25, E26, E27, E28, E29, E30, E31, E32, E33, E34, E35, E97, E98,
 E99 ;

E25.. VOM_M =E= VOM*RM_VOM*(1-PDM) ;
 E26.. VOM_MD =E= VOM*RM_VOM*PDM ;

E27.. VONPM_N =E= VONPM*RN_VONPM ;
 E28.. VONPM_M =E= VONPM*RM_VONPM*(1-PDM) ;
 E29.. VONPM_MD =E= VONPM*RM_VONPM*PDM ;
 E30.. VONPM_P =E= VONPM*RP_VONPM*(1-PDP) ;
 E31.. VONPM_PD =E= VONPM*RP_VONPM*PDP ;

E32.. VOPM_M =E= VOPM*RM_VOPM*(1-PDM) ;
 E33.. VOPM_MD =E= VOPM*RM_VOPM*PDM ;
 E34.. VOPM_P =E= VOPM*RP_VOPM*(1-PDP) ;
 E35.. VOPM_PD =E= VOPM*RP_VOPM*PDP ;

E97.. VONM_M =E= VONM*RM_VONM*(1-PDM) ;
E98.. VONM_MD =E= VONM*RM_VONM*PDM ;
E99.. VONM_N =E= VONM*RN_VONM ;

* Nodo derivados de VGO

SCALAR RM_VGONM /15/, RN_VGONM/1/ ;
SCALAR RM_VGOM /15/ ;

POSITIVE VARIABLES VGONM_N ;
POSITIVE VARIABLES VGONM_M , VGONM_MD ;
POSITIVE VARIABLES VGOM_M , VGOM_MD ;

EQUATIONS E36, E37, E38, E39, E40 ;

E36.. VGONM_N =E= VGONM*RN_VGONM ;
E37.. VGONM_M =E= VGONM*RM_VGONM*(1-PDM) ;
E38.. VGONM_MD =E= VGONM*RM_VGONM*PDM ;

E39.. VGOM_M =E= VGOM*RM_VGOM*(1-PDM) ;
E40.. VGOM_MD =E= VGOM*RM_VGOM*PDM ;

* Nodo derivados de ZO

SCALAR RM_ZOPM /15/, RP_ZOPM /3/ ;
SCALAR RM_ZOM /20/ ;

POSITIVE VARIABLES ZOPM_P , ZOPM_PD ;
POSITIVE VARIABLES ZOPM_M , ZOPM_MD ;
POSITIVE VARIABLES ZOM_M , ZOM_MD ;

EQUATIONS E41, E42, E43, E44 , E95, E96 ;

E41.. ZOPM_P =E= ZOPM*RP_ZOPM*(1-PDP) ;

E42.. ZOPM_PD =E= ZOPM*RP_ZOPM*PDP ;

E95.. ZOPM_M =E= ZOPM*RM_ZOPM*(1-PDM) ;

E96.. ZOPM_MD =E= ZOPM*RM_ZOPM*PDM ;

E43.. ZOM_M =E= ZOM*RM_ZOM*(1-PDM) ;

E44.. ZOM_MD =E= ZOM*RM_ZOM*PDM ;

* Nodo derivados de ZGO

SCALAR RM_ZGOM /10/ ;

POSITIVE VARIABLES ZGOM_M , ZGOM_MD ;

EQUATIONS E45, E46 ;

E45.. ZGOM_M =E= ZGOM*RM_ZGOM*(1-PDM) ;

E46.. ZGOM_MD =E= ZGOM*RM_ZGOM*PDM ;

* Nodo derivados de O

SCALAR RM_ONM /20/ , RN_ONM/1/ ;

SCALAR RM_OM /25/ ;

SCALAR RM_OPM /20/ , RP_OPM /5/ ;

POSITIVE VARIABLES ONM_N ;

POSITIVE VARIABLES ONM_M , ONM_MD ;

POSITIVE VARIABLES OM_M , OM_MD ;

POSITIVE VARIABLES OPM_P , OPM_PD , OPM_M, OPM_MD ;

EQUATIONS E47, E48, E49, E50, E51, E52, E53, E54, E55 ;

E47.. ONM_N =E= ONM*RN_ONM ;

E48.. ONM_M =E= ONM*RM_ONM*(1-PDM) ;

E49.. ONM_MD =E= ONM*RM_ONM*PDM ;

E50.. OM_M =E= OM*RM_OM*(1-PDM) ;

E51.. OM_MD =E= OM*RM_OM*PDM ;

E52.. OPM_P =E= OPM*RP_OPM*(1-PDP) ;

E53.. OPM_PD =E= OPM*RP_OPM*PDP ;

E54.. OPM_M =E= OPM*RM_OPM*(1-PDM) ;

E55.. OPM_MD =E= OPM*RM_OPM*PDM ;

* Nodo derivados de GO

SCALAR RM_GONM /10/ , RN_GONM /1/ ;

SCALAR RM_GOM /15/ ;

POSITIVE VARIABLES GONM_N ;

POSITIVE VARIABLES GONM_M , GONM_MD ;

POSITIVE VARIABLES GOM_M , GOM_MD ;

EQUATIONS E56, E57, E58, E59, E60 ;

E56.. GONM_N =E= GONM*RN_GONM ;

E57.. GONM_M =E= GONM*RM_GONM*(1-PDM) ;

E58.. GONM_MD =E= GONM*RM_GONM*PDM ;

E59.. GOM_M =E= GOM*RM_GOM*(1-PDM) ;

E60.. GOM_MD =E= GOM*RM_GOM*PDM ;

***** Nodos de 3er. nivel: NDPVO , NDMVO, NMVO , NPVO, NNVO,
 NDMVGO, NMVGO, NNVGO, NDPZO , NDMZO, NPZO , NMZO, NNZO,
 NDMZGO, NMZGO, NDO , NDMO , NMO , NPO , NNO ,
 NDMGO , NMGO , NNGO *****

* Nodo derivados de VO

POSITIVE VARIABLES TMVO, TDMVO, TPVO, TDPVO, TNVO;

EQUATIONS E61, E62, E63, E64, E65;

E61.. TMVO =E= VONM_M + VOM_M + VONPM_M + VOPM_M ;

E62.. TDMVO =E= VONM_MD + VOM_MD + VONPM_MD + VOPM_MD ;

E63.. TPVO =E= VONPM_P + VOPM_P ;

E64.. TDPVO =E= VONPM_PD + VOPM_PD ;

E65.. TNVO =E= VONPM_N ;

* Nodo derivados de VGO

POSITIVE VARIABLES TMVGO, TDMVGO, TNVGO;

EQUATIONS E66, E67, E68 ;

E66.. TMVGO =E= VGONM_M + VGOM_M ;

E67.. TDMVGO =E= VGONM_MD + VGOM_MD ;

E68.. TNVGO =E= VGONM_N ;

* Nodo derivados de ZO

POSITIVE VARIABLES TMZO, TDMZO, TPZO, TDPZO;

EQUATIONS E69, E70, E71, E72 ;

E69.. TMZO =E= ZOPM_M + ZOM_M ;

E70.. TDMZO =E= ZOPM_MD + ZOM_MD ;

E71.. TPZO =E= ZOPM_P ;

E72.. TDPZO =E= ZOPM_PD ;

* Nodo derivados de ZGO

POSITIVE VARIABLES TMZGO, TDMZGO;

EQUATIONS E73, E74 ;

E73.. TMZGO =E= ZGOM_M ;

E74.. TDMZGO =E= ZGOM_MD ;

* Nodo derivados de O

POSITIVE VARIABLES TMO, TDMO, TPO, TDPO, TNO;

EQUATIONS E75, E76, E77, E78, E79;

E75.. TMO =E= ONM_M + OM_M + OPM_M ;

E76.. TDMO =E= ONM_MD + OM_MD + OPM_MD ;

E77.. TPO =E= OPM_P ;

E78.. TDPO =E= OPM_PD ;

E79.. TNO =E= ONM_N ;

* Nodo derivados de GO

POSITIVE VARIABLES TMGO, TDMGO, TNGO;

EQUATIONS E80, E81, E82 ;

E80.. TMGO =E= GONM_M + GOM_M ;

E81.. TDMGO =E= GONM_MD + GOM_MD ;

E82.. TNGO =E= GONM_N ;

***** Nodos de 4to. nivel: NTDP, NTDM, NTP, NTM, NTN *****

POSITIVE VARIABLES DP, DM, TP, TM, TN ;

EQUATIONS E83, E84, E85, E86, E87 ;

$$E83.. DP =E= TDPVO + TDPZO + TDPO ;$$

$$E84.. DM =E= TDMVO + TDMVGO + TDMZO + TDMZGO + TDMO + TDMGO ;$$

$$E85.. TP =E= TPVO + TPZO + TPO ;$$

$$E86.. TM =E= TMVO + TMVGO + TMZO + TMZGO + TMO + TMGO ;$$

$$E87.. TN =E= TNVO + TNVGO + TNO + TNGO ;$$

***** Nodos de 5to. nivel: NMI, NME S *****

POSITIVE VARIABLES TPMI, TNMI, TMMI, TMME ;

EQUATIONS E88, E89, E90 ;

$$E88.. TPMI =E= TP ;$$

$$E89.. TNMI =E= TN ;$$

$$E90.. TMMI + TMME =E= TM ;$$

***** RESTRICCIONES *****

SCALAR DMMI Demanda máxima de miel en MI /1000000/ ;

SCALAR DMME Demanda máxima de miel en ME /1000000/ ;

SCALAR DPMI Demanda máxima de polen en MI /1000000/ ;

SCALAR DNMI Demanda máxima de núcleos en MI /1000000/ ;

SCALAR PORMMI Porcentaje de miel al MI /0.1/ ;

SCALAR PORMME Porcentaje de miel al ME /0.9/ ;

SCALAR DMC Disponibilidad máxima de colmenas /500/ ;

EQUATIONS G1, G2, G3, G4, G5, E91, E92 ;

$$G1.. TMMI =L= DMMI ;$$

$$G2.. TMME =L= DMME ;$$

G3.. TPMI =L= DPMI ;

G4.. TNMI =L= DNMI ;

G5.. C =L= DMC ;

E91.. TMME =E= PORMME*TM ;

E92.. TMMI =E= PORMMI*TM ;

***** FUNCIONES OBJETIVO *****

SCALAR PMMI Precio de la miel en MI (\$ por kg) /26/ ;

SCALAR PMME Precio de la miel en ME (\$ por kg) /26/ ;

SCALAR PPMI Precio del POLEN en MI (\$ por kg) /120/;

SCALAR PNMI Precio del NUCLEO en MI (\$ por kg) /300/;

SCALAR PPG Precio de poliniz. Girasol (\$ por colmena) /250/;

SCALAR PPZ Precio de poliniz. colza (\$ por colmena) /150/;

SCALAR PPV Precio de poliniz. Valle (\$ por colmena) /100/;

SCALAR CPVONM Costo de prod. de nu-mi en VONM (\$ POR COLMENA)
/780.50/ ;

SCALAR CPVOM Costo de prod. de mi en VOM (\$ por colmena) /667.83/ ;

SCALAR CPVONPM Costo de prod. de nu-po-mi en VONPM (\$ por colmena)
/1096.17/;

SCALAR CPVOPM Costo de prod. de po-mi en VOPM (\$ por colmena) /989.17/ ;

SCALAR CPVGONM Costo de Prod. de nu-mi en VGONM (\$ por colmena) /807/;

SCALAR CPVGOM Costo de Prod. de mi en VGOM (\$ por colmena) /653/;

SCALAR CPZOPM Costo de Prod. de mi-po en ZOPM (\$ por colmena) /815/;

SCALAR CPZOM Costo de Prod. de mi en ZOM (\$ por colmena) /626.67/;

SCALAR CPZGOM Costo de Prod. de mi en ZGOM (\$ por colmena) /722.50/;

SCALAR CPONM Costo de Prod. de nu-mi en ONM (\$ por colmena) /727.17/;

SCALAR CPOM Costo de Prod. de mi en OM (\$ por colmena) /543.83/;

SCALAR CPOPM Costo de Prod. de mi-po en OPM (\$ por colmena) /828.17/;

SCALAR CPGONM Costo de prod. de nu-mi en GONM (\$ por colmena) /677/;

SCALAR CPGOM Costo de prod. de nu-mi en GOM (\$ por colmena) /562/;

VARIABLE ZOBJ;

EQUATION FOBJ ;

FOBJ.. ZOBJ =E= PMMI*TMMI + PMME*TMME + PPMI*TPMI + PNMI*TNMI +
VO*PPV + VGO*(PPV + PPG) + ZO*PPZ + ZGO*(PPZ + PPG) + GO*PPG
- VONM*CPVONM - VOM*CPVOM - VONPM*CPVONPM - VOPM*CPVOPM -
VGONM*CPVGONM - VGOM*CPVGOM - ZOPM*CPZOPM - ZOM*CPZOM -
ZGOM*CPZGOM - ONM*CPONM - OM*CPOM - OPM*CPOPM - GONM*CPGONM
- GOM*CPGOM ;

***** SENTENCIAS MODEL Y SOLVE *****

MODEL CVA /ALL/ ;

SOLVE CVA MAXIMIZING ZOBJ USING LP;

***** CALCULOS POST-SOLVE *****

* Ingresos vs. egresos en nodo VONM

PARAMETER BVONM, IVONM, EVONM;

IVONM = VONM_M.L*PMMI + VONM_N.L*PNMI + VONM.L*PPV;

EVONM = VONM.L*CPVONM;

BVONM = IVONM - EVONM;

* Ingresos vs. egresos en nodo VOM

PARAMETER BVOM, IVOM, EVOM;

IVOM = VOM_M.L*PMMI + VOM.L*PPV;

EVOM = VOM.L*CPVOM;

$$BVOM = IVOM - EVOM;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo VONPM

PARAMETER BVONPM, IVONPM, EVONPM;

$$IVONPM = VONPM_M.L*PMMI + VONPM_N.L*PNMI + VONPM_P.L*PPMI + VONPM.L*PPV ;$$

$$EVONPM = VONPM.L*CPVONPM ;$$

$$BVONPM = IVONPM - EVONPM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo VOPM

PARAMETER BVOPM, IVOPM, EVOPM;

$$IVOPM = VOPM_M.L*PMMI + VOPM_P.L*PPMI + VOPM.L*PPV;$$

$$EVOPM = VOPM.L*CPVOPM ;$$

$$BVOPM = IVOPM - EVOPM;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo VGONM

PARAMETER BVGONM, IVGONM, EVGONM;

$$IVGONM = VGONM_M.L*PMMI + VGONM_N.L*PNMI + VGONM.L*(PPV+PPG);$$

$$EVGONM = VGONM.L*CPVGONM ;$$

$$BVGONM = IVGONM - EVGONM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo VGOM

PARAMETER BVGOM, IVGOM, EVGOM ;

$$IVGOM = VGOM_M.L*PMMI + VGOM.L*(PPV+PPG);$$

$$EVGOM = VGOM.L*CPVGOM ;$$

$$BVGOM = IVGOM - EVGOM ;$$

* Ingresos Vs. egresos en nodo ZOPM

PARAMETER BZOPM, IZOPM, EZOPM ;

$$IZOPM = ZOPM_M.L*PMMI + ZOPM_P.L*PPMI + ZOPM.L*PPZ ;$$

$$EZOPM = ZOPM.L * CPZOPM ;$$

$$BZOPM = IZOPM - EZOPM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo ZOM

PARAMETER BZOM, IZOM, EZOM ;

$$IZOM = ZOM_M.L * PMMI + ZOM.L * PPZ ;$$

$$EZOM = ZOM.L * CPZOM ;$$

$$BZOM = IZOM - EZOM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo ZGOM

PARAMETER BZGOM, IZGOM, EZGOM ;

$$IZGOM = ZGOM_M.L * PMMI + ZGOM.L * (PPZ + PPG) ;$$

$$EZGOM = ZGOM.L * CPZGOM ;$$

$$BZGOM = IZGOM - EZGOM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo ONM

PARAMETER BONM, IONM, EONM ;

$$IONM = ONM_M.L * PMMI + ONM_N.L * PNMI ;$$

$$EONM = ONM.L * CPONM ;$$

$$BONM = IONM - EONM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo OM

PARAMETER BOM, IOM, EOM ;

$$IOM = OM_M.L * PMMI ;$$

$$EOM = OM.L * CPOM ;$$

$$BOM = IOM - EOM ;$$

* Ingresos vs. egresos en nodo OPM

PARAMETER BOPM, IOPM, EOPM ;

$$IOPM = OPM_M.L * PMMI + OPM_P.L * PPMI ;$$

EOPM = OPM.L*CPOPM ;

BOPM = IOPM - EOPM ;

* Ingresos vs. egresos en nodo GONM

PARAMETER BGONM, IGONM, EGONM ;

IGONM = GONM_M.L*PMMI + GONM_N.L*PNMI + GONM.L*PPG ;

EGONM = GONM.L*CPGONM ;

BGONM = IGONM - EGONM ;

* Ingresos vs. egresos en nodo GOM

PARAMETER BGOM, IGOM, EGOM ;

IGOM = GOM_M.L*PMMI + GOM.L*PPG ;

EGOM = GOM.L*CPGOM ;

BGOM = IGOM - EGOM ;

***** DISPLAY DE RESULTADOS *****

* Nodo RAIZ

DISPLAY C.L, VO.L, VGO.L, ZO.L, ZGO.L, O.L, GO.L ;

* Nodo derivado de VO

DISPLAY VO.L, VONM.L, VOM.L, VONPM.L, VOPM.L ;

DISPLAY VOM.L, VOM_M.L, VOM_MD.L ;

DISPLAY VONPM.L, VONPM_N.L, VONPM_M.L, VONPM_MD.L, VONPM_P.L,
VONPM_PD.L;

DISPLAY VOPM.L, VOPM_P.L, VOPM_PD.L, VOPM_M.L, VOPM_MD.L;

* Nodo derivado de VGO

DISPLAY VGO.L, VGONM.L, VGOM.L ;

DISPLAY VGONM.L, VGONM_N.L, VGONM_M.L, VGONM_MD.L ;

DISPLAY VGOM.L , VGOM_M.L, VGOM_MD.L ;

* Nodo derivado de ZO

DISPLAY ZO.L, ZOPM.L, ZOM.L ;

DISPLAY ZOPM.L, ZOPM_M.L, ZOPM_MD.L, ZOPM_P.L, ZOPM_PD.L ;

* Nodo derivado de ZGO

DISPLAY ZGO.L, ZGOM.L ;

DISPLAY ZGOM.L, ZGOM_M.L, ZGOM_MD.L ;

* Nodo derivado de O

DISPLAY O.L, ONM.L, OM.L, OPM.L ;

DISPLAY ONM.L , ONM_N.L, ONM_M.L, ONM_MD.L ;

DISPLAY OM.L , OM_M.L, OM_MD.L ;

DISPLAY OPM.L , OPM_P.L, OPM_PD.L, OPM_M.L, OPM_MD.L ;

* Nodo derivado de GO

DISPLAY GO.L, GONM.L, GOM.L ;

DISPLAY GONM.L, GONM_N.L, GONM_M.L, GONM_MD.L ;

DISPLAY GOM.L, GOM_M.L, GOM_MD.L ;

* Nodos de rendimientos por Corrientes

DISPLAY TMVO.L, TDMVO.L, TPVO.L, TDPVO.L, TNVO.L;

DISPLAY TMVGO.L, TDMVGO.L, TNVGO.L;

DISPLAY TMZO.L, TDMZO.L, TPZO.L, TDPZO.L;

DISPLAY TMZGO.L, TDMZGO.L;

DISPLAY TMO.L, TDMO.L, TPO.L, TDPO.L, TNO.L;

DISPLAY TMGO.L, TDMGO.L, TNGO.L;

* Producciones totales de cada productos

DISPLAY DP.L, DM.L, TP.L, TM.L, TN.L ;

* Envíos a los mercados

DISPLAY TPMI.L, TNMI.L, TMMI.L, TMME.L ;

* Estructura Ingreso-Egreso en cada nodo de polinización

DISPLAY BVONM, IVONM, EVONM ;
DISPLAY BVOM, IVOM, EVOM ;
DISPLAY BVONPM, IVONPM, EVONPM ;
DISPLAY BVOPM, IVOPM, EVOPM ;
DISPLAY BVGONM, IVGONM, EVGONM ;
DISPLAY BVGOM, IVGOM, EVGOM ;
DISPLAY BZOPM, IZOPM, EZOPM ;
DISPLAY BZOM, IZOM, EZOM ;
DISPLAY BZGOM, IZGOM, EZGOM ;
DISPLAY BONM, IONM, EONM ;
DISPLAY BOM, IOM, EOM ;
DISPLAY BOPM, IOPM, EOPM ;
DISPLAY BGONM, IGONM, EGONM ;
DISPLAY BGOM, IGOM, EGOM ;