

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DE LA OBTENCIÓN DE JALEA REAL DE ABEJAS (*Apis mellifera*) POR EL MÉTODO DOOLITTLE**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**TANIA ELIZABETH REINA PINEDA**

tania\_1937@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. MARCELO LOZADA**

mlozada@server.epn.edu.ec

**Quito, marzo 2010**

© Escuela Politécnica Nacional (2010)  
Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Tania Elizabeth Reina Pineda, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Tania E. Reina P.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Tania Elizabeth Reina Pineda bajo mi supervisión.

---

Ing. Marcelo Lozada  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## ÌNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
GLOSARIO DE TÉRMINOS	iv
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1 APICULTURA EN EL ECUADOR	1
1.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LA JALEA REAL DE ABEJA	8
1.2.1 DEFINICIÓN	8
1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA JALEA REAL	9
1.2.3 COMPOSICIÓN DE LA JALEA REAL	12
1.2.4 PROPIEDADES BENÉFICAS DE LA JALEA REAL	14
1.2.5 CONSERVACIÓN DE LA JALEA REAL	16
1.3 MÉTODOS PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL	17
1.3.1 OBTENCIÓN DE JALEA REAL POR EL MÉTODO NATURAL	20
1.3.2 PRODUCCIÓN DE JALEA REAL POR EL MÉTODO DOOLITTLE	23
1.3.2.1 Cuadro especial	23
1.3.2.2 Celdas realeras	23
1.3.2.3 Aguja de traslarve	24
1.3.2.4 Colmena productora	25
1.3.2.5 Familiarización	26
1.3.2.6 Colmena donadora de larvas	26
1.3.2.7 Traslarve	26
1.3.2.8 Colocación de marcos especiales en colmenas	29
1.3.2.9 Extracción y almacenamiento	30
1.3.2.10 Mantenimiento de las colmenas productoras	31

1.4	PRODUCTIVIDAD DE LOS MÉTODOS ANALIZADOS	31
1.4.1	PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN (PA)	32
1.4.2	PRODUCCIÓN	33
1.4.3	RENDIMIENTO	33
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	
2.1	MATERIALES	34
2.2	EQUIPO DE TRABAJO	34
2.3	UBICACIÓN DEL APIARIO	34
2.3.1	PREPARACIÓN DE COLMENAS	35
2.3.2	ADAPTACIÓN DEL APIARIO	36
2.4	MÉTODO NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL	37
2.4.1	SELECCIÓN DE MARCOS	37
2.4.2	INCISIÓN DE PANALES	38
2.4.3	RECOLECCIÓN DE JALEA REAL	38
2.4.4	REGISTRO DE DATOS	38
2.4.4.1	Número de celdas reales construidas	39
2.4.4.2	Producción	39
2.4.4.3	Rendimiento	39
2.5	MÉTODO DOOLITTLE PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL	39
2.5.1	SELECCIÓN DE MARCOS	40
2.5.2	TRASLARVE	40
2.5.3	EXTRACCIÓN DE JALEA REAL	40
2.5.4	REGISTRO DE DATOS	41
2.5.4.1	Porcentaje de aceptación	41
2.5.4.2	Producción	41
2.5.4.3	Rendimiento	42
2.6	ENVASADO Y ALMACENAMIENTO DE JALEA REAL	42

2.7	ANÁLISIS FINANCIERO	42
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1	MÉTODO NATURAL	44
3.1.1	FORMACIÓN DE CELDAS	44
3.1.2	PRODUCCIÓN	48
3.1.3	RENDIMIENTO	52
3.2	MÉTODO DOOLITTLE	55
3.2.1	PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN	55
3.2.2	PRODUCCIÓN	60
3.2.3	RENDIMIENTO	63
3.3	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE AMBOS MÉTODOS	66
3.3.1	FORMACIÓN DE CELDAS REALES	66
3.3.2	PRODUCCIÓN POR COLMENA	67
3.3.3	RENDIMIENTO	68
3.4	ANÁLISIS FINANCIERO	69
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1	CONCLUSIONES	76
4.2	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	78
	ANEXOS	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción histórica de miel de abeja en el Ecuador	2
Tabla 2.	Número de apicultores, Número de colmenas y Producción de miel de abeja por provincias	3
Tabla 3.	Distribución de la producción apícola en el Ecuador	5
Tabla 4.	Demanda proyectada de jalea real en el Ecuador	7
Tabla 5.	Contenido porcentual de macronutrientes en la jalea real	13
Tabla 6.	Contenido vitamínico de la jalea real de abeja	13
Tabla 7.	Producción en mg de jalea real	32
Tabla 8.	Selección al azar de las colmenas usadas en la experimentación	36
Tabla 9.	Promedio de celdas reales formadas por cada colmena en el método natural	44
Tabla 10.	Producción obtenida por cada colmena en el método natural, expresada en gramos	48
Tabla 11.	Rendimiento de jalea real en el método natural expresado en mg/celda	52
Tabla 12.	Porcentaje de aceptación obtenido en cada colmena por el método Doolittle	55
Tabla 13.	Producción de cada colmena en el método Doolittle, expresada en gramos	60
Tabla 14.	Rendimiento de cada colmena por el método Doolittle	64
Tabla 15.	Inversión fija necesaria para instalación de apiario con 100 colmenas	70
Tabla 16.	Depreciación anual del material y equipo apícola	71
Tabla 17.	Reposición de equipo para análisis financiero	72
Tabla 18.	Capital operativo inicial	72
Tabla 19.	Costos variables de producción	73
Tabla 20.	Costos fijos de producción	73
Tabla 21.	Costo de la mano de obra necesaria	74
Tabla 22.	Ingreso por ventas anuales	74
Tabla 23.	Estado de resultados proyectado	75



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Incremento de la producción de miel de abeja en el Ecuador. Período 1975-1997	2
Figura 2.	Producción de miel de abeja por provincias	4
Figura 3.	Canal de comercialización de la miel	6
Figura 4.	Demanda proyectada de jalea real de abeja. Período 2004-2009	8
Figura 5.	Castas existentes dentro de la colmena	11
Figura 6.	Ciclo biológico de la abeja reina	18
Figura 7.	Imagen de huevos recién puestos y larvas de abejas con jalea real en un panal	19
Figura 8.	Corte de un panal en forma triangular	21
Figura 9.	Formación de celdas reales en el panal cortado	22
Figura 10.	Cuadro especial	23
Figura 11.	Celdas plásticas adheridas a los listones en el marco especial	24
Figura 12.	Aguja de transferencia	25
Figura 13.	Panal con larvas recién nacidas colocado en el soporte de madera	27
Figura 14.	Colocación de jalea real diluida en cúpulas plásticas	27
Figura 15:	Cúpulas plásticas aceptadas	30
Figura 16.	Vista interna de una celda real formada con la larva y llena de jalea real	30
Figura 17.	Numeración usada en las colmenas	35
Figura 18.	Panal con huevos y larvas de abeja de distintas edades	37
Figura 19.	Rango del número de celdas reales formadas por cada colmena en el método natural	45
Figura 20.	Grupos estadísticos homogéneos en la formación de celdas reales en el método natural	46
Figura 21:	Comparación de la producción obtenida en cada colmena mediante el método natural	49
Figura 22.	Grupos estadísticos homogéneos formados en la producción de jalea real de abeja en el método natural	50

Figura 23.	Comparación de la cantidad de celdas reales en función de la producción de jalea real de abeja en cada colmena	51
Figura 24.	Variación del rendimiento por cada colmena en el método natural	53
Figura 25.	Grupos estadísticos homogéneos en el rendimiento de jalea real de abeja en el método natural	54
Figura 26.	Porcentaje de aceptación de cada colmena mediante la aplicación del método Doolittle	56
Figura 27.	Traslarve	58
Figura 28.	Grupos estadísticos homogéneos en el porcentaje de aceptación en el método Doolittle	59
Figura 29.	Comparación de la producción de jalea real conseguida en cada colmena mediante el método Doolittle	61
Figura 30.	Grupos estadísticos homogéneos formados en la producción de jalea real de abeja en el método Doolittle	62
Figura 31.	Comparación entre el número de celdas reales construidas y la producción conseguida en cada colmena por el método Doolittle	63
Figura 32.	Rendimiento conseguido en cada colmena mediante la aplicación del método Doolittle	64
Figura 33.	Grupos estadísticos homogéneos en el rendimiento de jalea real de abeja en el método Doolittle	65
Figura 34.	Comparación del número de celdas reales formadas en el método natural y en el método Doolittle	66
Figura 35.	Comparación de la producción obtenida por el método natural y el método Doolittle	68
Figura 36.	Comparación del rendimiento por celda alcanzado en el método natural y en el método Doolittle	69

## **ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1.	Porcentaje de aceptación	33
Ecuación 2.	Cálculo del rendimiento	33

## RESUMEN

El interés por consumir productos naturales y saludables se ha incrementado en la última década debido a los problemas de salud y nutrición que el ritmo de vida actual trae para el ser humano. Dentro de estos productos la jalea real de abeja es una excelente alternativa por sus múltiples propiedades benéficas, sin embargo, la demanda es mucho mayor que la oferta porque los apicultores desconocen los distintos métodos usados para la producción, obtención y conservación de la jalea real de abeja.

Los métodos empleados para la producción de jalea real en el presente trabajo fueron seleccionados de una revisión bibliográfica sobre el tema, tomando en cuenta las condiciones climáticas y disponibilidades de los apicultores en el territorio. De esta investigación se escogieron el método natural y el método Doolittle para su respectivo análisis comparativo. Durante el proceso de aplicación de ambos métodos se determinó el número de celdas reales formadas, la producción de jalea real, el rendimiento en cada uno de ellos y se compararon los resultados entre ellos. Además, se realizó el análisis financiero del método Doolittle que resultó ser el más efectivo en la producción de jalea real de abeja.

En la aplicación del método natural los resultados conseguidos fueron en promedio: 8,10 celdas reales construidas, la producción fue de 1,59 gramos por colmena cada 3 días, el rendimiento fue de 197 miligramos por celda real y la producción total alcanzada durante el período de experimentación fue de 10,76 gramos.

Por otro lado, los resultados en el método Doolittle fueron: 69,69 por ciento de aceptación lo que corresponde a 69,69 celdas reales construidas, la producción fue de 10,47 gramos por colmena cada 3 días, el rendimiento fue de 150 miligramos por celda real y la producción total obtenida fue de 73,26 gramos.

De los resultados expuestos, se deduce que el método más eficiente es el método Doolittle tanto en la formación de celdas reales como en la producción total de

jalea real de abeja. El estudio financiero de la aplicación de este método indica lo siguiente: la inversión necesaria para la instalación de 100 colmenas es de USD 30105,01, con costos de producción anuales de USD 17658,00, ingresos anuales por venta de miel y jalea real de USD 35160,00. El Valor Actual Neto es de USD 4419,86 y la Tasa Interna de Retorno corresponde al 17 %.

Con lo expuesto previamente se deduce que la producción de jalea real de abeja por el método Doolittle es una excelente alternativa rentable para diversificar la producción apícola en el Ecuador.

**Palabras clave:** jalea real de abeja, método natural, método Doolittle, producción, rendimiento, celdas reales.

## INTRODUCCIÓN

La apicultura consiste en la cría y cuidado de las abejas con el fin de aprovechar todos los beneficios que esta actividad ofrece, entre los cuales se cita: obtención de miel, cera, polen, propóleo, jalea real, larvas de zángano, apitoxina, aplicaciones medicinales y cosméticas, conservación de bosques, polinización de flores, etc. La producción apícola puede llegar a ser una excelente fuente de ingreso en el área rural agropecuaria, no solo por los productos obtenidos directamente, sino también por el aumento en el rendimiento de los cultivos polinizados.

Sin embargo, dentro del territorio ecuatoriano se ha minimizado la importancia de la apicultura en el desarrollo rural y en el crecimiento económico de pequeños y medianos productores. De manera general, la actividad apícola se realiza de forma rudimentaria y el único producto que se obtiene es la miel, por la facilidad que presenta su recolección sin que sea necesario un manejo especializado.

Por otro lado, la demanda de alimentos y suplementos naturales que ayuden al mantenimiento y recuperación de la salud se ha incrementado en los últimos años. A nivel mundial este mercado es creciente y los productos apícolas encajan perfectamente en este esquema, ya que estos han sido utilizados a lo largo del tiempo por sus bondades tanto en el ámbito nutritivo como medicinal. De manera particular puede citarse a la jalea real de abeja como la fuente de la eterna juventud por los excelentes resultados conseguidos, principalmente en el área de geriatría.

En este contexto, es imprescindible el desarrollo de tecnología en el campo apícola que permita al criador de abejas obtener mayor rendimiento económico de sus colmenas al conseguir toda la gama de productos posibles dentro de la apicultura. Es así que este estudio plantea la comparación de dos de los métodos con mayor respaldo teórico para la producción de jalea real: método natural y método Doolittle, tanto en el nivel práctico como económico.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abeja reina.** Es la única hembra fecunda de la colmena.

**Abeja obrera.** Son todas las abejas hembras que no poseen la capacidad de reproducción y que se encargan de todas las tareas dentro de la colmena.

**Abeja zángano.** Es el ser masculino de la colmena, cuya principal función es la de fecundar a la abeja reina.

**Abejas nodrizas.** Son abejas obreras de entre 5 y 15 días de nacidas, cuya ocupación es la de producir jalea real para alimentar a la abeja reina y a todas las larvas.

**Abejas pecoreadoras.** Son abejas obreras de más de 40 días de nacidas que se encargan de la recolección de néctar y polen de las plantas.

**Apiario – colmenar.** Lugar donde se encuentra un conjunto de colmenas.

**Cámara o nido de cría.** Se emplea este término para referirse a todas las etapas del desarrollo de las abejas, desde la postura de los huevos hasta que estas emergen de sus celdas.

**Celda o cúpula real.** Celda especial alargada y dirigida hacia abajo, cuya forma se parece al cacahuete en la cual se desarrolla la abeja reina.

**Colmena.** Alojamiento de una colonia de abejas consistente en una cavidad natural o en una caja artificial. Las colmenas artificiales de explotación intensiva contienen bastidores o marcos para la fabricación de los panales.

**Colmena huérfana.** Colmena que por alguna situación natural o provocada se quedó sin abeja reina; lo cual provoca que a las pocas horas las abejas formen celdas reales con el fin de proveerse de una nueva abeja reina.

**Colmena productora.** Colmena huérfana de la cual se obtiene la jalea real.

**Colmena de apoyo.-** Colmena que permite disponer de suficientes larvas de abejas recién nacidas y marcos con cría para usarlos en la colmena productora.

**Colmena zanganera.-** Aquella colmena que en ausencia de la feromona emanada por la abeja reina, las abejas obreras desarrollan parcialmente sus rudimentarios ovarios y en poco tiempo inician la postura de huevos no fecundados, que darán origen a zánganos. Si la abeja reina no es repuesta rápidamente la colmena disminuye su población paulatinamente, hasta desaparecer.

**Enjambrazón.-** Método normal por el cual un grupo de abejas sale de la colmena junto con su propia abeja reina con el fin de incrementar el número de colonias, perpetuar la especie y tolerar condiciones adversas.

**Hipofaringea.-** Que se localiza debajo de la faringe.

**Núcleos.-** Pequeñas colmenas de hasta 5 marcos.

**Opérculo.-** Capa de cera con la cual las abejas cubren la miel y a las larvas.

**Panal.-** Conjunto de celdillas de cera, que fabrican las abejas para depositar el alimento y cuidar sus crías en todas sus etapas larvarias.

**Partenogénesis.-** Modo de reproducción por división reiterada de células sexuales femeninas no fecundadas.

**Piquera.-** Espacio por el cual las abejas entran y salen a su colmena.

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 APICULTURA EN EL ECUADOR**

Los productos apícolas han sido utilizados por el ser humano, desde tiempos remotos hasta hoy, con fines medicinales y nutritivos (Asís, 2007). La dedicación a la obtención de estos productos se conoce como apicultura, la cual consiste en la cría y cuidado de las abejas con el fin de aprovechar los beneficios que esta actividad ofrece: miel, cera, polen, propóleo, jalea real, larvas de zángano, apitoxina, distintas aplicaciones medicinales y cosméticas, conservación de bosques, polinización de cultivos, etc. (Ballesteros y Vásquez, 2007; Reyes y Cano, 2000).

La apicultura en el Ecuador se inició con la llegada de las primeras colmenas en manos de los hermanos cristianos desde Francia en 1870 a Cuenca, lugar que se convirtió en el principal centro de esta actividad, luego comenzó su expansión a partir de la década de 1940 desde las áreas andinas hacia las zonas costeras (Ocaña, 2008). Pero no es hasta el año 1974 cuando el Ministerio de Agricultura y Ganadería creó el Programa de Apicultura a cargo de la Dirección de Desarrollo Campesino. Dicho programa se dedicó básicamente a la formación de colmenas, capacitación e importación de equipos e implementos para la apicultura. Seguidamente este programa pasó a cuenta del Instituto Nacional de Desarrollo Agrario sin conseguir mejoras notables en la actividad apícola (Santillán, 1997).

Luego de varios años, en 1996 se creó la Federación Nacional de Apicultores del Ecuador (FENADE) con 7 asociaciones registradas. Actualmente sólo 3 de estas asociaciones (Pichincha, Tungurahua y Del Valle trabajan). En el año 2007 se dieron los primeros intentos por reordenar y reorganizar la FENADE con otras asociaciones, tanto de la región Sierra como de la región Costa, pero no se han obtenido resultados claros y concisos hasta la presente fecha (Cabrera, 2007).

Por otro lado, en la Tabla 1 se indica la producción histórica de miel de abeja en el Ecuador registrada desde el año 1975.

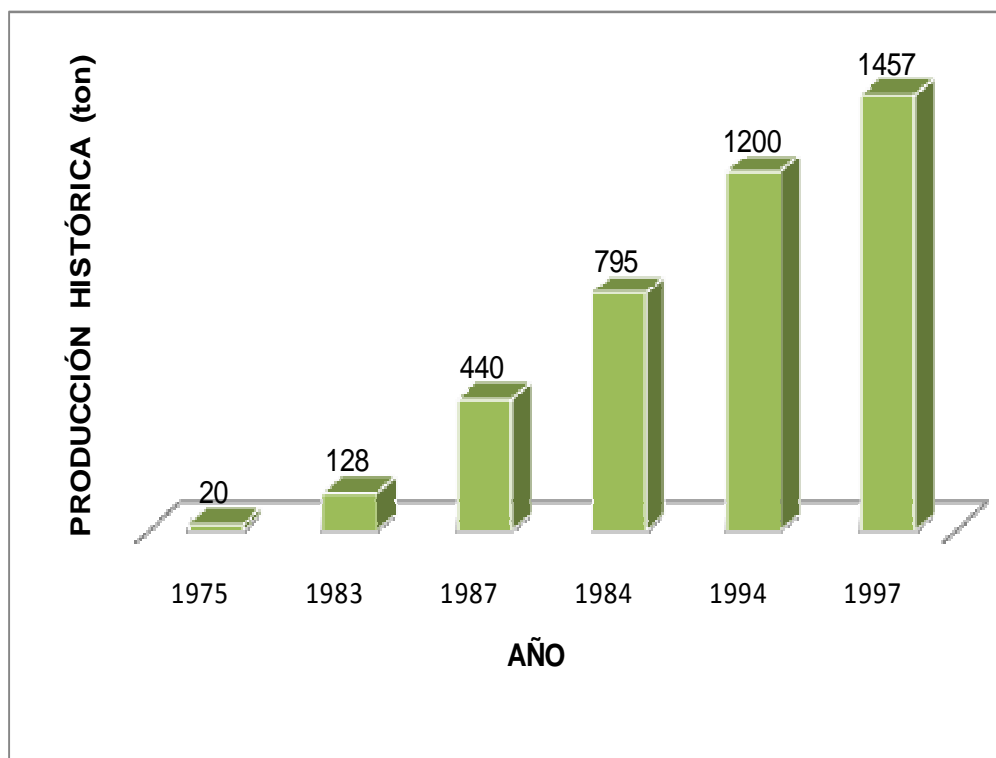


**Tabla 1.** Producción histórica de miel de abeja en el Ecuador

AÑO	Nº APICULTORES	Nº COLMENAS	PRODUCCIÓN (ton)
1975	100	1025	20
1983	326	6424	128
1987	1837	22000	440
1984	2837	37000	795
1994	4282	55849	1200
1997	4983	70000	1457

Fuente: Lascano y Lozada, 2001

Como se señala en la Figura 1 la producción de miel de abeja se ha incrementado de manera notable. En aproximadamente 20 años la producción ha aumentado de 20 ton a 1457 ton, lo que indica el mayor interés por este producto apícola tanto por los productores apícolas como de los consumidores.

**Figura 1.** Incremento de la producción de miel de abeja en el Ecuador. Período 1975-1997

Según una investigación citada por Jiménez y Jumbo (1997) en el país existen apicultores organizados dentro de asociaciones apícolas y simultáneamente hay apicultores que desarrollan su actividad sin pertenecer a ninguna organización. La producción de miel de abeja conseguida por ambos grupos en el año 1997, se señala en la Tabla 2.

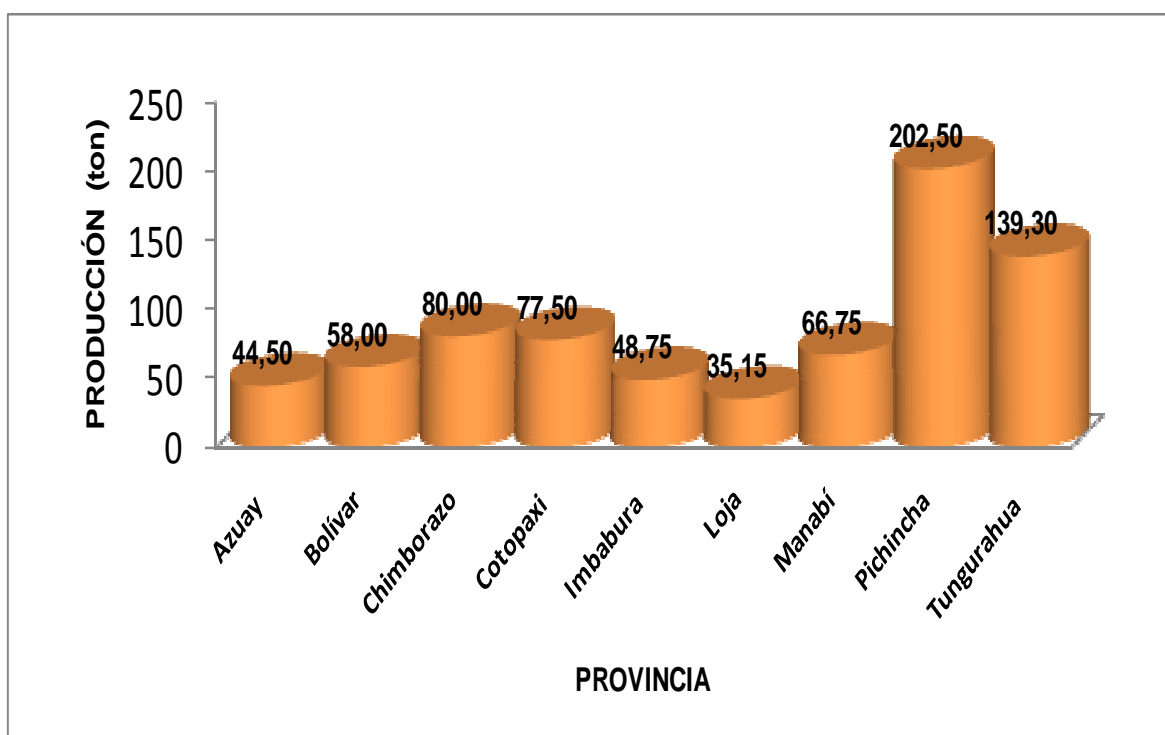
**Tabla 2.** Número de apicultores, Número de colmenas y Producción de miel de abeja por provincias

<b>PROVINCIA</b>	<b>Nº APICULTORES</b>	<b>Nº COLMENAS</b>	<b>PRODUCCIÓN (ton)</b>
Azuay	70	1300	44.50
Bolívar	70	1600	58.00
Chimborazo	130	2300	80.00
Cotopaxi	100	2200	77.50
Imbabura	89	1350	48.75
Loja	57	1010	35.15
Manabí	90	1950	66.75
Pichincha	180	5400	202.50
Tungurahua	163	3820	139.30
<b>TOTAL</b>	<b>949</b>	<b>20930</b>	<b>752.45</b>

Fuente: Jiménez y Jumbo, 1997

En el transcurso de este período se han fortalecido agrupaciones apícolas de Loja, Tungurahua, Cotacachi, Esmeraldas, entre otras que han trabajado independientemente de manera paulatina pero constante para fortalecer la actividad apícola en cada uno de sus sectores de influencia. Estos esfuerzos han sido insuficientes para satisfacer la demanda ecuatoriana de productos apícolas, ya que de acuerdo a estimaciones de técnicos de la Asociación de Apicultores de Pichincha en la actualidad existe una demanda insatisfecha de miel de abeja del 40% a nivel nacional (Jiménez y Jumbo, 1997). Al mismo tiempo, en los últimos dos años las condiciones climáticas desfavorables han disminuido considerablemente la obtención de estos productos (Cabrera, 2007).

Puede afirmarse que el flujo de néctar, y por ende la producción de miel de abeja, es mayor en la Costa y Oriente en comparación con la Sierra, pero en esta última la miel obtenida es más apetecida por las distintas floraciones existentes en la zona: eucalipto, trébol, alfalfa, frutales (Molina y Rodríguez, 1996). Es por ello que como se señala en la Figura 1 la producción de miel de abeja es mayor en las provincias serranas de Pichincha y Tungurahua (Jiménez y Jumbo, 1997).



**Figura 2.** Producción de miel de abeja por provincias

En el contexto antes mencionado, actualmente, se desconoce la cantidad precisa de apiarios existentes a lo largo del territorio ecuatoriano, debido a que alrededor del 90% de los apicultores manejan abejas como complemento a otras labores agrícolas o pecuarias. Es apenas el 10% de apicultores quienes se dedican a esta producción como actividad principal (Ocaña, 2008). Además, no existe ningún ente gubernamental que controle y registre la producción apícola; razón por la cual tampoco existe capacitación y el apropiado desarrollo tecnológico en esta área (Cabrera, 2007).

También es importante señalar que la escasa especialización y tecnificación en el campo apícola conlleva a que el principal producto obtenido sea la miel; sin aprovecharse adecuadamente toda la gama de productos apícolas que pueden obtenerse: polen, propóleo, apitoxina, jalea real, entre otros (Pech *et al*, 2006), esto se refleja claramente en la Tabla 3 donde se señala el elevado porcentaje de producción de miel en contraste con la mínima proporción de obtención de los demás productos apícolas.

El 87% de la producción nacional de miel de abeja se destina al consumidor de mesa y el 13% restante se usa para la industria, pastelería, cosmetología o farmacéuticos (Jiménez y Jumbo, 1997).

**Tabla 3.** Distribución de la producción apícola en el Ecuador

<b>PRODUCTO</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Miel de abeja	90
Polen	3
Propóleo	3
Cera	3
Jalea real	0.8
Larvas y Apitoxina	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Fuente: Cabrera, 2007

El 60% de miel de abeja que se comercializa en el Ecuador es adulterada, similar escenario sucede con otros productos apícolas como polen, pan de abejas, jalea real y propóleo (Cabrera, 2007). Además este problema de adulteración se produce porque el 90% de la miel es comercializada por intermediarios y apenas el 10% es vendida directamente por los productores (Santillán, 1997). En la Figura 3 se indica el canal de comercialización de la miel, diagrama que señala de manera clara el protagonismo que tienen los intermediarios en el proceso actual de comercialización de la miel de abeja y su directa relación en la calidad de miel ofertada al consumidor.



Fuente: Lascano y Lozada, 2001

**Figura 3.** Canal de comercialización de la miel de abeja

Los problemas de adulteración podrían evitarse con una adecuada organización por parte de los productores apícolas, quienes lograrían emprender campañas de información hacia el consumidor para que identifique con certeza la calidad y pureza de los productos obtenidos de las abejas (Cabrera, 2007).

Al mismo tiempo, otro inconveniente que tienen los apicultores es que llevan un inadecuado registro o control escrito de los procesos y procedimientos usados en la producción, así como de la comercialización de los productos obtenidos (Navarrete y Tipán, 2008).

En el área agrícola se ha minimizado la importancia de la actividad apícola en la polinización de gran variedad de cultivos (Yunes *et al.*, 2006). Además, en el área de salud se han atribuido propiedades benéficas a los productos apícolas que despiertan cada vez más el interés en buscar apicultores que ofrezcan estos

productos. Sin embargo, la oferta por parte de los apicultores es mínima y en varios casos no se garantiza la autenticidad de los mismos (Pech *et al*, 2006).

Dentro de este contexto surge la necesidad de conocer mejor las opciones de producción y las aplicaciones de los productos apícolas (Gutiérrez, 2006). En la presente investigación se contempla la obtención de jalea real de abeja.

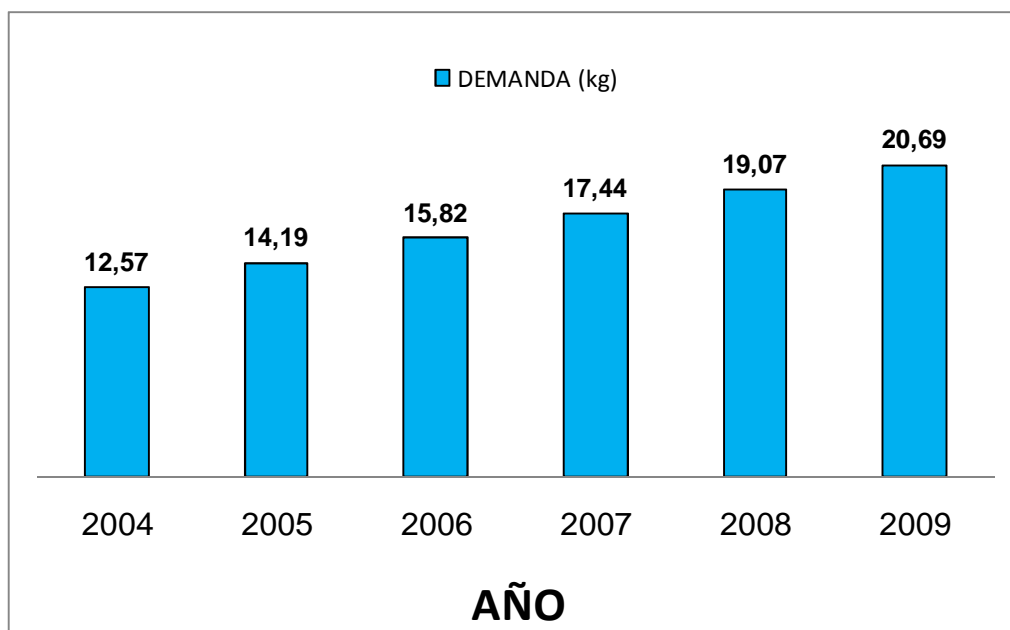
El interés por consumir jalea real es reciente, por lo cual existen escasos registros sobre la oferta y demanda de este producto en el país. En la Tabla 4 se muestra la demanda proyectada de jalea real, realizada por Fuentes y Jácome (2005).

**Tabla 4.** Demanda proyectada de jalea real en el Ecuador

<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA (kg)</b>
2004	12.57
2005	14.19
2006	15.82
2007	17.44
2008	19.07
2009	20.69

Fuente: Fuentes y Jácome, 2005

En la figura 4 se observa la tendencia creciente que presenta la demanda de jalea real de abeja en el país.



**Figura 4.** Demanda proyectada de jalea real de abeja. Período 2004-2009

## 1.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LA JALEA REAL DE ABEJA

### 1.2.1 DEFINICIÓN

La jalea real es la secreción de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las abejas nodrizas utilizada para alimentar a las larvas recién nacidas, cuando se dispone de polen y una entrada sostenida de néctar (Gutiérrez, 2006; Prost, 1995; Asís, 2007). El polen, como única fuente proteica de la colmena, es esencial para un desarrollo óptimo de las glándulas productoras de jalea real; asimismo una entrada sostenida de néctar motivará el crecimiento del nido de cría y una continua postura de la abeja reina que asegurará una continuidad en la renovación de abejas nodrizas (Gutiérrez, 2006). Las abejas nodrizas solo producen jalea real entre los 5 y los 15 días de vida, luego las glándulas productoras se atrofian (Bianchi, 1997). Además, la actividad de las glándulas hipofaríngeas es mínima en abejas recién emergidas y su desarrollo está influenciado por el contacto que estas tengan con la cría; también la producción de jalea real es mayor cuando los marcos especiales están próximos a panales

con cría abierta que cuando están cerca de áreas de cría operculada (Pech *et al.*, 2006).

El nombre jalea real fue dado por el naturalista suizo François Huber (1750 – 1831) (Asís, 2007). En 1938, M. Boyer, realizó un estudio científico sobre la jalea real; administró este producto por varios años a animales para luego usarlo en seres humanos (Yunes *et al.*, 2006), sin que los primeros resultados fueran alentadores debido al desconocimiento referente a la adecuada conservación de la jalea real para mantener la viabilidad de sus propiedades. Posteriores estudios demuestran la efectividad del uso de jalea real en diversas dolencias (Asís, 2007; Philippe, 1990).

En lo referente a la producción mundial de jalea real es difícil conocerla con certeza, ya que existe poca información oficial del mercado y con frecuencia es referente a otros productos apícolas. Sin embargo, datos aproximados consideran que la producción mundial de jalea real es de 1500 toneladas. China es el principal país productor de jalea real con 800 toneladas, de las cuales exporta entre 450 y 500 toneladas y continúa creciendo, en el 2005 alcanzó las 1300 toneladas de producción total. Japón figura como el principal consumidor de jalea en el mundo, las importaciones han crecido en los últimos 10 años llegando a un aproximado de 636 toneladas para el año 2003. La disminución en el número de apicultores locales ha ocasionado la caída en la producción de jalea en este país y la producción doméstica se redujo a menos de 3 toneladas (Yunes *et al.*, 2006).

### **1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA JALEA REAL**

La jalea real presenta consistencia cremosa, es de color blanco gelatinoso o ligeramente amarillo. Su sabor es ácido y picante. El olor del producto es muy aromático y semejante al de la leche ácida. Al tiempo que envejece la jalea se hace más espesa y oscura. Se deshidrata al contacto con el aire, coagula y toma un aspecto transparente y gomoso. Al desecarse, pierde rápidamente su aroma y aumenta su acidez (Del Pozo y Schopflocher, 1996). A pesar de su elevado



contenido de humedad, es muy resistente a la acción de bacterias, hongos y levaduras. Asimismo, su cualidad más notable al servir de alimento a una larva en desarrollo, radica en su capacidad de producir las profundas transformaciones morfológicas y fisiológicas inherentes a la formación de una abeja reina excelente. A este hecho se debe, en gran proporción, el considerable interés despertado por la jalea real durante estos últimos años (Root, 1990).

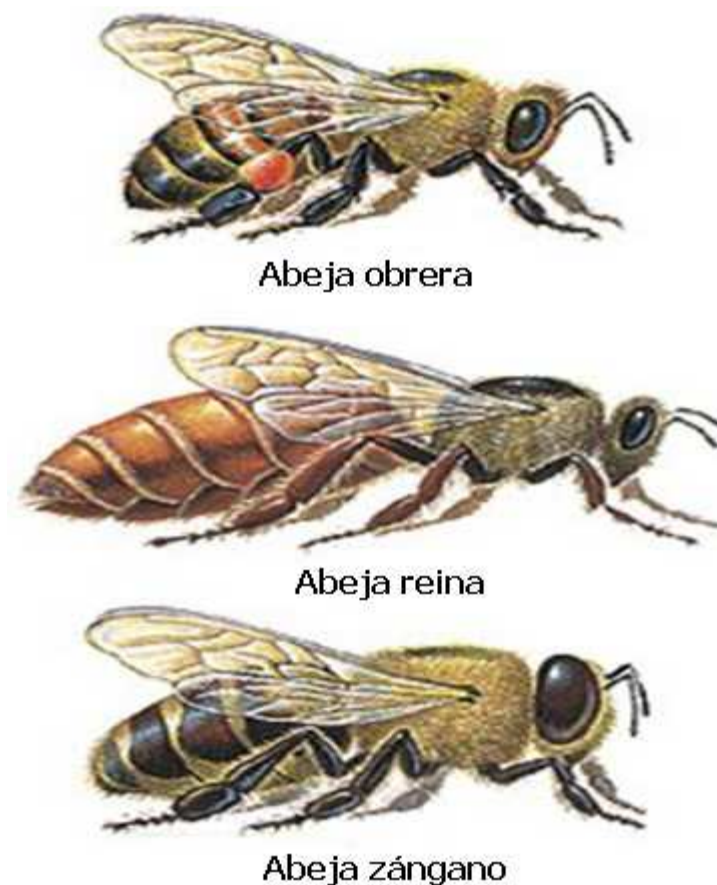
Las abejas no almacenan la jalea real, como lo hacen con la miel o el polen, a medida que la producen la consumen (Mendizábal, 2005) para alimentar las larvas de todas las castas durante sus tres primeros días de vida, a partir del cuarto día únicamente la celda real seguirá recibiendo este manjar, mientras que las demás abejas serán alimentados con una mezcla de miel, polen y agua. Cabe señalar que en una colonia existen tres castas de abejas: obreras, reinas y zánganos, las primeras se desarrollan a partir del mismo huevo fecundado puesto por la abeja reina.

Los huevos que producen las abejas obreras son idénticos a aquellos de los que nacen las abejas reinas hasta el tercer día, en este momento su diferenciación radica en la alimentación que seguirá recibiendo (Prost, 1995), ya que cualquier huevo fecundado puesto por una abeja reina puede convertirse en hembra fecunda, el hecho de que el huevo se transforme en abeja reina o en abeja obrera depende de la alimentación que reciba durante su etapa larval (Morse y Hooper, 1992). Mientras que los zánganos nacen de un huevo no fertilizado; proceso conocido como partenogénesis (Guzmán, 2008).

En el Anexo 1 se señala gráficamente todo el ciclo evolutivo de las tres castas de abejas pertenecientes a la colmena.

La jalea real suministrada a las larvas de reina permite que éstas aumenten 1500 veces su peso hasta su completa evolución como abejas reinas y esto ocurre en solamente 16 días. La alimentación con jalea real es el único motivo por el cual la abeja reina es fértil, puede llegar a vivir hasta 5 años y pesa 240 mg; mientras que las abejas obreras son estériles, viven sólo entre 30 y 90 días y pesan 125 mg

(Asís, 2007). En la Figura 5 se presenta las 3 castas de abejas existentes dentro de la colmena.



Fuente: Teason, 2008

**Figura 5.** Castas existentes dentro de la colmena

La reina continuará consumiendo jalea real durante toda su vida (Ravazzi, 1997) y esta alimentación es la que le permite procrear intensamente.

La abeja reina es el único ser fértil de la colmena, posee la facultad de poner de 1000 a 1500 huevos diarios, tanto de sexo masculino como del femenino (Asís, 2007; Del Pozo y Schopflocher, 1996).

A continuación se señalan algunos parámetros de calidad de la jalea real para consumo humano (Asís, 2007):

- ✓ Humedad: 62.5 a 68.5 %.
- ✓ Proteína bruta: 11 a 14.5 %, por el método de Kjeldhal.
- ✓ Ácido 10 hidroxil 2 decenoico: más de 1.40 % por cromatografía en fase gaseosa.
- ✓ Acidez: 32 a 53 ml equivalente de ácido por 100 g de jalea real, por el método de titulación alcalina.
- ✓ Contenido de Nitrógeno: 1.9 a 2.5 %, por el método de Kjeldhal.
- ✓ Contenido de azúcar: 9 a 13 %.
- ✓ Contenido de cenizas: menos de 1.5 %
- ✓ Contenido de extracto acuoso: 22 a 31 %
- ✓ Contenido de extracto alcohólico: 14 a 22 %.
- ✓ Metales pesados: menos de 5 ppm.
- ✓ Arsénico: menos de 1 ppm.
- ✓ Antibióticos: no debe detectarse.

Estos parámetros son distintos si se trata de jalea real liofilizada o en cualquier otra presentación.

### **1.2.3 COMPOSICIÓN DE LA JALEA REAL DE ABEJA**

La composición de la jalea real de abeja varía en función de las flores originarias y el destinatario: larvas de hembra y macho y abeja reina, así como de las edades de estas (Mendizábal, 2005; Prost, 1995; Asís, 2007), por ello los valores de sus componentes pueden variar. Aun así, por ser una sustancia secretada por glándulas específicas su composición debe ser relativamente constante. Aunque alguna variación puede suceder debido a las condiciones nutricionales y edad de las abejas nodrizas, almacenaje y los métodos usados en el análisis de sus componentes (De Araujo y Echazarreta, 2001). En la Tabla 5 se cita su composición según varios autores:

**Tabla 5.** Contenido porcentual de macronutrientes en la jalea real

Componente	% <sup>1</sup>	% <sup>2</sup>	% <sup>3</sup>	% <sup>4</sup>	% <sup>5</sup>	% <sup>6</sup>
Agua	68,0	66,0	68,0	62,0 – 70,0	70,0	66,0
Prótidos	12,0	12,0	12,0	12,0 – 43,0	15,0	12,3
Carbohidratos	8,5	13,0	8,5	16,0 – 30,0	12,0	12,5
Lípidos	5,6	5,0	5,6	6,0 – 16,0	3,0	5,4
Cenizas	0,8	1,0	0,9	0,82 – 3,0	-	-
Otros	-	3,0	5,0	3,0	-	3,0

Fuente: <sup>1</sup> Asís, 2007 y Prost, 1995; <sup>2</sup> Manrique y Párraga, 1995; <sup>3</sup> Mendizábal, 2005;

<sup>4</sup> Philippe, 1990; <sup>5</sup> Ravazzi, 1997; <sup>6</sup> Yunes *et al.*, 2006

Además, existe una diferencia en la jalea real que recibe la abeja obrera respecto a la jalea real que se proporciona a la abeja reina. Esta diferencia está dada por dos componentes fundamentales de la jalea real: la biopterina (24 µg/g) y la neopterina (3 µg/g). El alimento o jalea real de la abeja obrera contiene seis veces menos biopterina, diez veces menos neopterina y siete veces menos ácido pantoténico que la jalea real que reciben las larvas de abeja reina (Asís, 2007).

En la Tabla 6 se señala el contenido de vitaminas de la jalea real.

**Tabla 6.** Contenido vitamínico de la jalea real de abeja

Componente	µg/g
Acetilcolina	1500
Tiamina o vitamina B <sub>1</sub>	1.2 – 1.8
Riboflavina o vitamina B <sub>2</sub>	6.1 – 28
Piridoxina o vitamina B <sub>6</sub>	2.2 – 50
Ácido nicotínico o Vitamina PP	48 – 125
Ácido pantoténico o vitamina B <sub>5</sub>	110 – 320
Biotina o vitamina B <sub>8</sub>	1.6 – 4.1
Ácido fólico o vitamina B <sub>9</sub>	0.16 – 0.5
Inositol o vitamina B <sub>7</sub>	78 – 150

Fuente: Asís, 2007; Prost, 1995 y Phillippe, 1990

La jalea real no contiene vitaminas A, C y K (Prost, 1995).

En lo que respecta a los aminoácidos, constituyentes de las proteínas, la jalea real contiene en mg/100 g: prolina: 850; serina: 200; ácido glutámico: 200; ácido aspártico: 150; valina: 90; treonina más glicina: 50; y alanina: 50. contiene también arginina, cistina, histidina, hidroxiprolina, isoleucina o leucina, lisina, metionina, fenilalanina, tirosina, triptófano,  $\beta$ -alanina, glutamina y taurina (Philippe, 1990).

Su pH oscila entre 3.4 y 4.5 (Prost, 1995) y su densidad es de 1.1 g/cm<sup>3</sup> (Asís, 2007; Polaino).

Los análisis químicos de la jalea real todavía son insuficientes por lo cual probablemente existen componentes en cantidades ínfimas que ejercen una acción beneficiosa sobre el hombre, como lo prueban las experiencias llevadas a cabo hasta hoy. En Europa es oficialmente reconocida como medicamento, principalmente en Rusia, Italia y Francia. En los Estados Unidos no ha sido aún reconocida oficialmente como tal y hasta el presente no ha sido sometida a la experimentación que merece (Philippe, 1990).

#### **1.2.4 PROPIEDADES BENÉFICAS DE LA JALEA REAL**

Se ha planteado que la jalea real tiene acción terapéutica en diferentes trastornos, pero no existen trabajos que expliquen su mecanismo de acción, su dosis y su efecto sobre el sistema inmune (Mendizábal, 2005). No obstante, según varios autores, (Bianchi, 1997; Ravazzi, 1997; Mendizábal, 2005; Phillippe, 1990; Prost, 1995; Asís, 2007), la jalea real posee las siguientes propiedades:

- ✓ Estimula el metabolismo basal y normaliza los procesos metabólicos.
- ✓ Aumenta el peso corporal y la tasa de desarrollo, mejora el crecimiento en niños de corta edad.
- ✓ Tiene efectos enzimáticos por la colinesterasa y fosfatasa.
- ✓ Aumenta el rendimiento psicofísico.
- ✓ Disminuye la emotividad.

- ✓ Estimula la producción de colágeno de tipo I, fortalece los huesos y favorece proceso de restauración en las fracturas.
- ✓ Ejerce acción tonificante sobre algunos centros del hipotálamo, como resultado de lo cual aumenta la secreción de hormona adrenocorticotrópica en la hipófisis.
- ✓ Actúa favorablemente en las afecciones del tracto intestinal y refuerza peristaltismo estomacal e intestinal.
- ✓ Estimula el metabolismo celular y es un excelente epitelizante y regenerador tisular.
- ✓ Eleva el contenido de hemoglobina en la sangre, así como de leucocitos, glucosa y glóbulos rojos.
- ✓ Ayuda a normalizar las funciones neurovegetativas.
- ✓ Favorece al sistema endocrino.
- ✓ Excelente coadyuvante en tratamientos gerontológicos, retarda el proceso de envejecimiento de la piel y mejora su hidratación y elasticidad.
- ✓ Contiene gammaglobulina, componente que es capaz de frenar la senilidad y aumentar la resistencia, y que ejerce funciones antivirales, antimicrobianas y antitóxicas.
- ✓ Aumenta la presión arterial en los hipotensos y tiene poco efecto en los hipertensos además de estimular la circulación sanguínea.
- ✓ Actúa favorablemente en las afecciones del tracto gastrointestinal.
- ✓ Tiene acción antiséptica.
- ✓ Contiene hormonas sexuales: estradiol, testosterona y progesterona lo cual ayuda a superar la falta de deseo sexual y la impotencia, especialmente en los adultos mayores.
- ✓ Posee acción antitumoral.
- ✓ Excelente para casos de neurosis, astenia, insomnio y convalecencias.
- ✓ Se ha comprobado una disminución importante, que va hasta el 30 %, en los índices de azúcar en sangre en los diabéticos tres horas después de la ingestión de jalea real.

La dosis aconsejable es de 300 a 600 mg diarios durante 30 días, al menos tres veces al año (Ravazzi, 1997). Su administración debe ser sublingual, de esta

manera la jalea real pasa directamente a la sangre. La ingesta por vía oral debe evitarse porque los jugos gástricos la descomponen (Bianchi, 1997). No es aconsejable la administración prolongada de jalea real en cantidades excesivas porque podría producir cefalea, náuseas, incremento en la presión arterial y en el ritmo cardíaco. Además la jalea real está contraindicada en la insuficiencia crónica de las glándulas suprarrenales conocida como enfermedad de Addison (Asís, 2007).

La dificultad en el proceso de obtención, su elevado valor nutritivo y sus preciadas aplicaciones médicas justifican su alto precio. Según la FAO, en el año 1990 un kilogramo de jalea real de abeja podía alcanzar un precio equivalente a 180 dólares (Asís, 2007). Al presente, el precio por kilogramo en el país es de aproximadamente 600 dólares.

### **1.2.5 CONSERVACIÓN Y CALIDAD DE LA JALEA REAL**

La jalea real requiere un minucioso cuidado para su óptima conservación, ya que se deteriora fácilmente por el oxígeno y por la incidencia de los rayos solares, factores que favorecen su descomposición y el enranciamiento de sus materias grasas. Sin embargo, la jalea real puede mantenerse pura, durante un año, a una temperatura aproximada de 0 °C en recipientes oscuros, bien llenos y cerrados herméticamente con tapa de material plástico, no de metal ya que este material es atacado por su pH ácido (Mendizábal, 2005; Phillippe, 1990).

La jalea real contiene ciertos ácidos orgánicos que tienden a cristalizar cuando se la enfría, especialmente a una temperatura de 1 a 4 °C (Root, 1990), pero ello no afecta sus propiedades.

Otra manera de conservación es mezclarla con miel, para ello lo mejor es no sobrepasar los 40 g de jalea real por kilogramo de miel con el fin de evitar fermentaciones, aunque lo óptimo es solamente 10 g. La miel usada debe tener un bajo contenido de humedad. La jalea así mezclada debe conservarse en

frascos opacos con cierre hermético. El tiempo de conservación de la mezcla depende de la humedad de la miel (Asís, 2007). Es de importancia destacar que debe mezclarse con una miel bastante espesa o pastosa para que permanezca en la masa y no suba a la superficie (Philippe, 1990).

También, la liofilización es una excelente opción para conservar la jalea real (Asís, 2007). Sin embargo, este procedimiento necesariamente afecta las propiedades terapéuticas del producto (Yunes *et al.*, 2006), además de incrementar su costo.

### **1.3 MÉTODOS PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL**

La obtención de jalea real implica un proceso especializado y exige un conocimiento a fondo de las abejas y de su comportamiento, por lo cual una producción eficiente sólo puede alcanzarse a través de la práctica y experiencia (Root, 1990).

Además, la producción de la jalea real presenta dos problemas fundamentales: la elaboración de cierto volumen razonable a precio accesible y la conservación del producto sin que pierda su valor biológico (Del Pozo y Schopflocher, 1996). Conjuntamente, la obtención de jalea real implica simular las circunstancias en las cuales las abejas reinas son criadas naturalmente por la colmena (Del Pozo y Schopflocher, 1996; Morse y Hooper, 1992; Sepúlveda, 1986). Estas circunstancias son:

1. Cuando por alguna razón adversa la colmena quedó sin reina, llamada colmena huérfana.
2. Cuando la colmena se dispone a enjambrar.
3. Cuando la abeja reina será reemplazada porque es vieja, la postura de huevos es deficiente o no produce suficiente feromona.

Para el presente estudio se aprovechará la producción de jalea real cuando la colmena está huérfana. Las abejas reinas serán retiradas de las colmenas; éstas se eliminan o se colocan en pequeños núcleos para su conservación.



Prácticamente puede haber producción de celdas reales en cualquier época del año, si la colonia ha perdido su abeja reina y siempre que disponga de larvas con menos de 3 días de edad, las cuales sólo han recibido alimentación con jalea real (Sepúlveda, 1986; Prost, 1995). Del mismo modo, una colonia huérfana produce jalea real en función de la cantidad de abejas nodrizas que disponga (Prost, 1995),

Es importante, también para este proceso, conocer el ciclo biológico de la abeja reina para su máximo aprovechamiento y para determinar el tamaño adecuado de larvas a emplearse. El mencionado ciclo se muestra en la Figura 6.



Fuente: Valega, 2007

**Figura 6.** Ciclo biológico de la abeja reina

Con el fin de determinar con certeza la edad de las larvas es preciso conocer la evolución metamórfica siguiente: el huevo de un día se mantiene erguido en el fondo de la celda; el huevo de dos días está inclinado; a los tres días está de forma horizontal; el tercer día, después de la puesta, la larva sale del huevo y se curva en forma de C; hasta 48 horas después de la eclosión la forma de C se acentúa (Philippe, 1990). Este período es el apropiado para la recolección de las larvas.

En la Figura 7 se tiene una clara imagen real de huevos recién colocados y juntamente a ellos larvas ya desarrolladas.



Fuente: Canon, 2007

**Figura 7.** Imagen de huevos recién puestos y larvas de abejas con jalea real en un panal

Por otro lado, la alimentación artificial que el apicultor ofrece a las abejas cumple un papel relevante en la producción de jalea real, ya que dicho alimento actúa como fuerte estímulo y contribuye a que las abejas pecoreadoras no necesiten recoger néctar y de esta manera puedan dedicarse a recolectar polen (Morse y Hooper, 1992). Existen dos tipos de jarabe que puede darse a las abejas:

- **Jarabe de acopio o mantenimiento:** esta solución es más densa, contiene entre el 70 y 80 por ciento de azúcar. Se lo proporciona en grandes dosis, sirve para ser almacenado en épocas de escasa floración o en situaciones climáticas adversas. Este jarabe no incide en la postura de la abeja reina (Sánchez, 2003).
- **Jarabe de incentivo:** el porcentaje de azúcar está comprendido entre el 30 y 40 por ciento, composición muy similar al néctar fresco de las flores en el campo. Esta proporción logra ejercer un efecto estimulante sobre la postura de la abeja reina y acelera al máximo el crecimiento poblacional de la colmena (Sánchez, 2003).

Los jarabes pueden prepararse en agua fría o caliente. Lo importante es que el agua empleada sea de buena calidad, que el azúcar se disuelva totalmente antes de ofrecer el alimento a las abejas y la temperatura a la cual se proporcione debe ser temperada, es decir ni muy fría ni demasiado caliente (Sánchez, 2003).

Existen varios tipos de alimentadores que pueden usarse para proveer alimento a las abejas según las necesidades o posibilidades del apicultor. Para el presente estudio se utilizará el alimentador Doolittle, el cual es un recipiente tradicionalmente de madera, que posee las dimensiones de un marco normal de la colmena que posee un hueco en donde se coloca el alimento. Este se coloca a un costado de la cámara de cría, reemplazándolo por otro marco (Sánchez, 2003).

Los métodos y técnicas usados en la producción de jalea real son numerosos y varían según los casos: número de colmenas, experiencia del apicultor, insumos disponibles, aplicación, entre otros. Pero la mayoría de apicultores han adoptado el método Doolittle, por injerto de larvas, para la producción intensiva de jalea real (Barrera, 2008; Prost, 1995; Valega, 2007; Pesante, 1996). Es así que el presente trabajo comparará los resultados obtenidos por dos procedimientos distintos: el método natural y el método Doolittle.

### **1.3.1 OBTENCIÓN DE JALEA REAL POR EL MÉTODO NATURAL**

El método natural consiste en retirar, de una colmena, un marco que contenga larvas recién nacidas (Philippe, 1990). Se retiran todas las abejas que lo cubren con un cepillo. El cuadro ya limpio, sin abejas, se lo lleva al sitio de trabajo; en él, con una cuchilla bien afilada y caliente se realizan cortes dando la forma de triángulos contiguos cuyos vértices están dirigidos hacia abajo, en la Figura 8 se señala cómo deben quedar los cortes realizados (Morse y Hooper, 1992; Fabrega, 1984; Philippe, 1990). La forma triangular en el panal favorece la construcción de celdas reales por parte de las abejas (Guzmán, 2008).



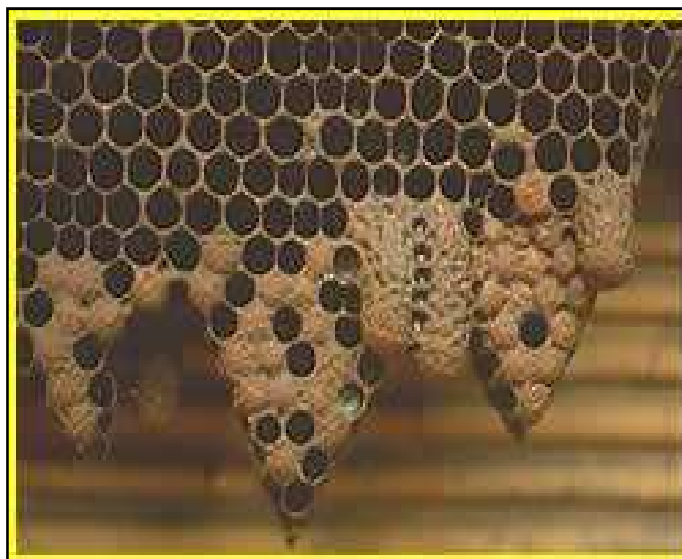
Fuente: Reina Tania

**Figura 8.** Corte de un panal en forma triangular

Enseguida los marcos se colocan en una colmena huérfana, en la cual, las abejas obreras llenarán en sus bordes con celdas reales alimentadas e incubadas convenientemente (Sepúlveda, 1986), cabe recalcar que algunas colonias huérfanas levantarán más celdas que otras (Root, 1990) y que el rendimiento por celda disminuirá mientras mayor número de celdas reales existan (Chen y Chang, 1993).

Tres días después, se recoge la jalea real. Para ello, se retira el marco de la colmena, se extraen con suma precaución las larvas de cada una de las celdas reales y se cosecha la jalea real con una cucharilla de recolección (Rey, 1992).

En la Figura 9 pueden observarse celdas reales terminadas en forma de cacahuete ubicadas a los extremos de los triángulos realizados en el panal.



Fuente: Mantilla, 2005

**Figura 9.** Formación de celdas reales en el panel cortado

Una desventaja de este procedimiento es que el hecho de recortar la cera, abre en los panales estirados brechas que las abejas tardarán mucho tiempo en reparar. Además, ello obliga, a veces, a seccionar el alambre que forma la armadura de la cera; el panel pierde su solidez y estará expuesto a romperse (Prost, 1995).

En algunas situaciones, si la temperatura y el lugar lo permiten, la recolección de jalea real de los maestriles naturales se practica en el mismo colmenar. Sentado al lado de la colmena productora, el operador puede sacar el cuadro portador de celdas reales, librarlas de sus abejas con un cepillo y con una cucharilla, retirar primero la larva y extraer la jalea real después y depositarla en el respectivo recipiente. Uno después de otro, cada cuadro es sacado, examinado, cepillado, cosechado y vuelto a colocar en la colmena (Prost, 1995).

En caso de que las abejas no empiecen a construir la celda real es indispensable revisar detenidamente con el fin de hallar el posible problema: presencia inadvertida de una reina, larvas reales en desarrollo, etc. (Del Pozo y Schopflocher, 1996).

### 1.3.2 PRODUCCIÓN DE JALEA REAL POR EL MÉTODO DOOLITTLE

El método Doolittle, en síntesis, se fundamenta en la utilización de celdas artificiales, dentro de las cuales se crían larvas transplantadas (Del Pozo y Schopflocher, 1996; Fábrega, 1984). Con el fin de llevar a cabo este procedimiento, inicialmente debe prepararse todo el material necesario.

#### 1.3.2.1 Cuadro especial

El cuadro especial puede observarse en la Figura 10. Es un marco ordinario del cuerpo de la colmena, sin lámina de cera y sin alambre de sujeción. En cuyo interior se han fijado horizontalmente dos listones de madera.



Fuente: Reina Tania

**Figura 10.** Cuadro especial

#### 1.3.2.2 Celdas realeras

Las celdas realeras o cúpulas artificiales son pequeñas copas cilíndricas de cera o plástico. Las primeras se fabrican con cera de abeja pura no contaminada de parásitos o pesticidas y con un calibre redondeado de un diámetro comprendido entre 8 o 10 mm. El calibre es un cilindro de madera cuya parte inferior redondeada se adapta a la forma y diámetro interior de las cúpulas (Philippe, 1990). Se sumerge el calibre en agua hasta que está completamente mojado y luego se lo sumerge en cera de abeja fundida a baño María tantas

veces como sea necesario según la temperatura de la cera. Luego se vuelve a sumergir el calibre en agua para enfriar la cera y las cúpulas se sacan con una suave torsión. Las cúpulas deben tener una profundidad de 10 mm y sus paredes un espesor de 1 mm como mínimo (Morse y Hooper, 1992; Sepúlveda, 1986). Las cúpulas de plástico (Morse y Hooper, 1992; Prost, 1995) vienen ya fabricadas y se las adquiere directamente en el mercado.

Para el presente estudio se escogieron las cúpulas plásticas ya que éstas no pierden su forma ni se apolillan y pueden ser usadas reiteradamente (Del Pozo y Schopflocher, 1996); mientras que el uso de cúpulas de cera representa mayor mano de obra y el costo de producción se incrementa (Barrera, 2008). Las cúpulas se adhieren a los listones con una gota de cera fundida (Prost, 1995). La imagen adheridas en los listones se ven en la Figura 11.

En la producción de jalea real se recomienda usar entre 25 y 30 cúpulas plásticas por cada listón (Morse y Hooper, 1992; Prost, 1995; Ravazzi 1997).



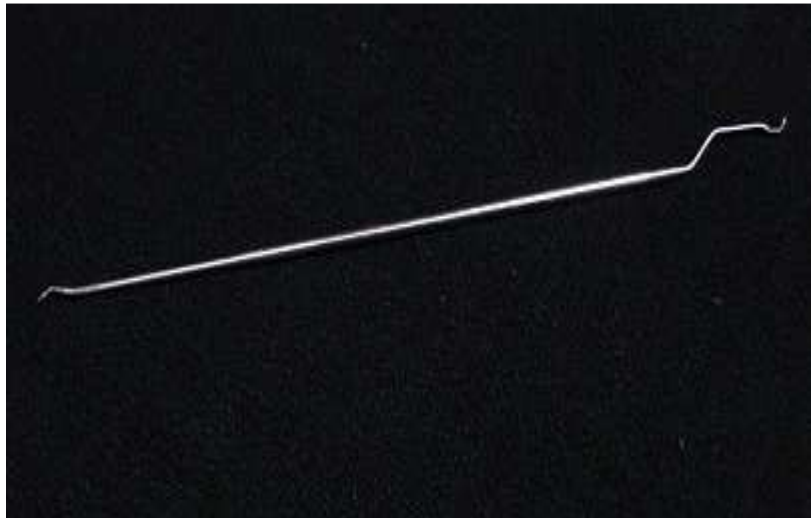
Fuente: Reina Tania

**Figura 11.** Celdas plásticas adheridas a los listones en el marco especial

### 1.3.2.3 Aguja de traslarve

Este utensilio sirve para tomar una por una larvas de menos de tres días de los cuadros de cría de una colmena y depositar cada una de ellas en el fondo de

cada cúpula artificial. Cada apicultor puede fabricar fácilmente su propia aguja de traslarve de la siguiente manera: se toma un alambre inoxidable o galvanizado de 0.8 mm de diámetro y alrededor de 10 cm de longitud, se aplasta una punta con un martillo y se curva ligeramente esta punta en forma de micro cuchara en aproximadamente 1.5 mm de largo, levantada en su extremo; se tiene así una especie de espatulilla; finalmente se lija y pasa la microespátula por papel esmeril muy fino para eliminar toda aspereza que podría herir a las larvas. En lugar de aguja de traslarve se puede usar un pincel de acuarela para escolares, cuyos pelos suaves no hieren a las larvas (Philippe, 1990). Actualmente, existen agujas de acero inoxidable, que pueden adquirirse cómodamente en tiendas especializadas como la que se indica en la Figura 12.



Fuente: Reina Tania

**Figura 12.** Aguja de transferencia

#### **1.3.2.4 Colmena productora**

Es aquella colmena en la cual se producirá directamente la jalea real, para ello se retira la abeja reina de la colmena, proceso conocido como orfanización, ya que la experiencia ha demostrado que las abejas obreras aceptan mejor las larvas injertadas si han transcurrido al menos seis horas desde la orfandad (Philippe, 1990). Enseguida se colocan los cuadros especiales, con las cúpulas plásticas recién adheridas, en las colmenas para que sean debidamente familiarizadas y



fijadas en sus bases por las abejas, esto debido a que el porcentaje de aceptación aumenta si las cúpulas permanecen durante 24 horas dentro de la colmena (Phillipe, 1990; Prost, 1995; Sepúlveda, 1986).

#### **1.3.2.5 Familiarización**

La familiarización de las cúpulas plásticas consiste en la introducción de los marcos especiales, ya con las celdas adheridas, en el centro del nido de cría, 24 horas antes de realizarse el traslarve. Esto para que las abejas impregnen su olor al limpiarlas con su lengua y de esta manera se incremente el porcentaje de aceptación de las larvas (Barrera, 2008).

#### **1.3.2.6 Colmena donadora de larvas**

La colmena donadora de larvas es aquella que permitirá contar con suficientes larvas menores de 72 horas de nacidas, para lo cual debe ser saludable y con buena postura de reina. Asimismo, servirá de apoyo para el recambio de cría en las colmenas productoras (Almeida, 1998).

#### **1.3.2.7 Traslارve**

El traslarve es el paso o transferencia de una larva de la celda de un panal a una celda artificial, lo cual requiere un alto grado de destreza (Root, 1990). Así, una vez listo todo el material, se procede de la siguiente manera: transcurrido un día del proceso de orfanización, se toman los marcos especiales de las colmenas orfanizadas. Simultáneamente, de las colmenas de apoyo, se escoge 1 panal con suficientes larvas recién nacidas. Las abejas adheridas a los marcos son retiradas con un cepillo de cerdas suaves, no sacudidas, ya que un fuerte sacudón puede desplazar las larvas y dificultar su recolección (Hooper, 1987). En el menor tiempo posible se traslada todos los marcos al local de trabajo. En la Figura 13 se

observa la colocación del marco en el soporte de madera, junto a los listones con las cúpulas adheridas para facilitar el proceso de traslarve (Root, 1990).



Fuente: Reina Tania

**Figura 13.** Panal con larvas recién nacidas colocado en el soporte de madera

Ya en el local de trabajo se limpia cada cúpula con una cuchilla. Con un gotero o un instrumento adecuado, en cada cúpula, se coloca una gota de jalea real diluida en agua, proporción 1:1, preparada minutos antes del injerto porque se seca rápidamente (Hooper, 1987), como se indica en la Figura 14. Esta mezcla evitará que la larva se deshidrate durante el procedimiento y facilita su adherencia a la cúpula plástica (Cornejo, 1993).



Fuente: Reina Tania

**Figura 14.** Colocación de jalea real diluida en cúpulas plásticas

Enseguida, con la aguja de traslarve, se toma con gran precaución la larva de menos de 36 horas de nacida que debe ser lo más pequeña posible (Hooper, 1987) y se la deposita en el fondo de la cúpula artificial (Del Pozo y Schopfloch, 1996). Este proceso es conocido como traslarve. Se debe tomar en cuenta que la larva debe ser colocada de la misma manera que fue tomada del panal, ya que de no ser así existe el riesgo de que la larva se asfixie y no sea aceptada por las abejas (Pesante, 1996; Philippe, 1990).

También es imprescindible considerar que si la larva se hunde en la gota de jalea real previamente colocada o si raspa las paredes de la celda, se debe realizar una nueva transferencia, ya que con seguridad la larva sufrió algún daño (Pesante).

Se recomienda que este procedimiento se realice en una habitación con condiciones de temperatura entre 12 y 25 °C, una humedad no menor al 50% e iluminación adecuadas (Philippe, 1990). Es importante señalar que los rayos solares matan a las larvas si inciden directamente sobre ellas durante el tiempo que dura realizar el injerto (Prost, 1995) y debe considerarse que un grado de humedad elevado es mucho más importante para mantener vivas a las larvas que la conservación de una temperatura adecuada, aunque lo ideal sería proporcionarles tanto la temperatura como la humedad necesarias (Root, 1990; Sepúlveda, 1986).

Para asegurarse de la edad de las larvas se puede colocar, de 4 a 5 días antes de recolectarlas, un panal vacío estirado en el centro de la cámara de cría de la colmena suministradora de larvas. Los huevos están en seco en el fondo de los alvéolos, mientras que las larvas están sobre una capa de jalea (Philippe, 1990).

Al igual que en todo tipo de manipulación de productos vivos todos los utensilios metálicos que se utilizan deben ser limpiados frecuentemente con alcohol o lavados con agua clorada, así también las manos del operador deben estar limpias (Polaino), de no proceder así se podrá contaminar las larvas, se incrementará la mortandad y se degradará la jalea real (Pesante, 1996).

### 1.3.2.8 Colocación de marcos especiales en colmenas

Los marcos con los listones que sujetan las cúpulas con las larvas se colocan lo antes posible en las colmenas productoras (Root, 1990); en las cuales las abejas nodrizas aportarán jalea real a cada larva aceptada (Philippe, 1990). Es aconsejable cubrir con una tela húmeda el marco especial con las larvas transferidas y trasladar el marco con la abertura de las copas celdas dirigidas hacia arriba y, en el momento de la introducción invertirlo, para que las cúpulas queden dirigidas con la abertura hacia abajo. Además, la manipulación e introducción de los marcos que contienen las larvas debe ser muy cuidadosa; no deben agitarse, golpearse o sacudirse, ya que esto podría resultar en la pérdida o lesión de las frágiles larvas (Guzmán, 2008).

Durante todo el período de producción de jalea real es de suma relevancia ofrecer una alimentación suplementaria con suficiente jarabe de azúcar, ya que esta provisión actúa como un fuerte estímulo y además contribuye a que las abejas pecoreadoras no necesiten recolectar néctar y de esta manera puedan dedicarse a recolectar polen (Morse y Hooper, 1992; Prost, 1995). Se recomienda dar 500 gramos de jarabe, a la concentración del 50 % de azúcar, diariamente si es necesario (Philippe, 1990).

Luego de realizar el traslarve, los marcos especiales se mantienen dentro de la colmena durante 72 horas, en este período las obreras prolongarán las paredes de las celdas reales y comenzarán a alimentar a las larvas con abundante jalea real (Morse y Hooper, 1992).

En la Figura 15 se observa al apicultor retirando los marcos especiales con las cúpulas aceptadas de la colmena productora.



Fuente: Reina Tania

**Figura 15.** Cúpulas plásticas aceptadas

### 1.3.2.9 Extracción y almacenamiento

Transcurridos los tres días necesarios, se procede a la recolección de los marcos especiales y se los traslada al sitio de trabajo. En este sitio se procede a retirar los listones de los marcos, se corta la cera que cubre las celdas reales, se extrae cada una de las larvas y se recolecta la jalea real (Ravazzi, 1997). En la Figura 16 se distingue la larva rodeada de jalea real en una celda aceptada y formada por las abejas.



Fuente: Mantilla, 2005

**Figura 16.** Vista interna de una celda real formada con la larva y llena de jalea real

Una vez extraída, la jalea real debe conservarse a una temperatura comprendida entre 1 y 4 °C en recipientes de vidrio oscuros que la protejan de la luz, cerrados herméticamente, puesto que es una sustancia fotosensible que se deteriora rápidamente con el calor (Mendizábal, 2005; Ravazzi, 1997). La tapa de metal debe proscribirse, porque sería afectada por la acidez propia de la jalea real (Philippe, 1990).

Todo el método detallado se realiza periódicamente cada tres días y debe procurarse realizar la nueva transferencia de larvas antes de que se seque la capa de jalea real en el fondo de la celda (Root, 1990).

#### **1.3.2.10 Mantenimiento de las colmenas productoras**

Debido a que las colmenas productoras están huérfanas, es decir no hay una renovación normal de la cría es indispensable reemplazarla para estimular la actividad de las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las abejas nodrizas (Asís, 2007; Philippe, 1990). Para ello se retira un panal con cría de otras colmenas sanas, conocidas como colmenas de apoyo, y se coloca en las colmenas productoras de manera tal que los marcos especiales estén siempre entre marcos con cría (Morse y Hooper, 1992).

Aproximadamente, cada 8 días, es necesario revisar totalmente la colmena, con el fin de eliminar cualquier celda realera que las abejas podrían estar formando. De no proceder así, se presenta el riesgo de que nazca una abeja reina y se descontinue el proceso de producción de jalea real ya que las abejas no aceptarán las larvas injertadas (Cobo, 1981; Root, 1990).

### **1.4 PRODUCTIVIDAD DE LOS MÉTODOS ANALIZADOS**

Como término promedio, un productor de jalea real que aplique el método Doolittle puede contar con un rendimiento de 6 a 7 g por colmena y por día. Se

requiere aproximadamente una hora de trabajo por día por cada dos colmenas en la producción de jalea real (Root, 1990). Puede obtenerse cerca de 200 mg de jalea real por celda (Phillippe, 1990).

En la Tabla 7 se señala la producción de jalea real según Root:

**Tabla 7.** Producción en mg de jalea real

Factores	Edad de la celda (días)		
	2	3	4
Promedio de jalea real por celda (mg)	147	235	182
Promedio de celdas necesaria para producir 28 g de jalea real	192	120	155

Fuente: Root, 1990

#### 1.4.1 PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN (PA)

El porcentaje de aceptación es la relación existente entre el número de celdas reales formadas por las abejas y el número de traslarves realizados; expresado en términos de porcentaje. Este valor es importante para conocer la eficiencia obtenida en el proceso de traslarve (Gutiérrez, 2006).

Normalmente, el porcentaje de aceptación oscila entre 60 y 70 % en un período favorable de floración mientras que se maneja entre un 30 y 60 % en un período menos abundante (Ravazzi, 1997); sin embargo, autores afirman que el porcentaje de aceptación fluctúa entre el 85 y el 90 % (Philippe, 1990; Sepúlveda 1986).

Según Queiroz (2001), el porcentaje de aceptación en el traslarve varía entre 41.2 y 45.6 %. También afirma que las variaciones cuantitativas de jalea real pueden estar relacionadas a condiciones generales de cada región y al manejo utilizado en los experimentos como: colmena, alimentación, edad de la larva, diseño de la celda entre otros.

En el caso del presente estudio el porcentaje de aceptación se determinará con el uso de la siguiente fórmula:

$$PA = \frac{\text{Celdas aceptadas}}{\text{Celdas traslarvadas}} * 100$$

#### **Ecuación 1: Porcentaje de aceptación**

### **1.4.2 PRODUCCIÓN**

La cantidad de jalea real obtenida por cada uno de los procedimientos utilizados es la producción. Este valor se determinará por cada colmena, con lo cual se fijará la producción total en cada método. La producción de cada colmena se expresará en gramos por colmena (Gutiérrez, 2006; Root, 1990).

### **1.4.3 RENDIMIENTO**

El rendimiento es la cantidad de jalea real producida por cada celda en cada colmena. Este valor se determinará en función de la producción obtenida y será expresado en miligramos por celda (Root, 1990), con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción (g) JR}}{\text{colmena}} * \frac{1000 \text{ mg JR}}{1 \text{ g JR}} * \frac{1 \text{ colmena}}{\text{Número de celdas construidas}}$$

#### **Ecuación 2: Cálculo del rendimiento**



## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 MATERIALES**

- 21 colmenas estándar Langstroth (46 x 37 x 23 cm)
- Marcos especiales
- Alimentadores tipo Doolittle
- Listones porta cúpulas
- Cúpulas plásticas
- Soporte de madera
- Envases de cristal color ámbar (15 g)
- Tapas plásticas
- Cepillo de cerdas suaves
- Balanza electrónica modelo EHA 121
- Cucharilla de recolección
- Jalea real fresca
- Agua pura

### **2.2 EQUIPO DE TRABAJO**

- Overol blanco
- Velo protector
- Guantes de lana
- Guantes de caucho
- Botas de caucho
- Ahumador
- Fósforos

### **2.3 UBICACIÓN DEL APIARIO**

El apiario de 21 colmenas se ubicó en el sector La Compañía, parroquia El Sagrario de la ciudad de Cotacachi, Provincia de Imbabura, en un área de 40 m<sup>2</sup>. Cada colmena se colocó sobre bloques de cemento y con las piqueras en dirección Este. Las colmenas se identificaron con números colocados en la parte superior derecha. El tipo de colmena utilizada fue el modelo Langstroth de dos cuerpos, primer cuerpo con la cámara de cría de 10 cuadros en su interior y el segundo cuerpo con la cámara de alimentación, 9 panales de alimento y el alimentador tipo Doolittle.



Fuente: Reina Tania

**Figura 17.** Numeración usada en las colmenas

Al iniciar la parte experimental se renovaron todas las abejas reinas de las colonias.

El sitio de trabajo consistió en una habitación de 12 metros cuadrados, con paredes de bloque, 2 ventanas y cubierta de teja, ubicada a 95 metros del colmenar. En este sitio se disponía de mesa, sillas, soporte de madera, equipo y demás materiales.

### **2.3.1 PREPARACIÓN DE COLMENAS**

Para la preparación de las colmenas se alimentó con 1.5 litros de jarabe de azúcar a cada una de ellas, dos veces por semana durante 1 mes. Se usaron alimentadores tipo Doolittle colocados en el interior de la colmena.

El alimento se preparó de la siguiente manera:

- Se colocó agua corriente a hervir en una hornilla.
- Se pesó el azúcar blanca.

- Cuando el agua hirvió se retiró del fuego.
- Poco a poco se adicionó el azúcar al agua hervida revolviendo constantemente hasta la disolución completa del azúcar en el agua.
- Se usó un kilogramo de azúcar por cada litro de agua hervida.
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Durante todo el período de producción de jalea real, se proporcionó, como alimentación suplementaria, 1 litro de jarabe de azúcar a cada colmena cada tres días.

### 2.3.2 ADAPTACIÓN DEL APIARIO

Luego de la preparación de las colmenas, el apiario se adaptó a la zona y se observó una adecuada estructura y desarrollo de la cámara de cría, entonces se escogieron al azar: 7 colmenas para emplear el método natural, 7 colmenas para aplicar el método Doolittle y 7 colmenas de apoyo. En la Tabla 8 se señalan las colmenas seleccionadas para cada uno de los métodos aplicados.

**Tabla 8.** Selección al azar de las colmenas usadas en la experimentación

<b>APLICACIÓN</b>	<b>Nº DE COLMENA</b>
Método Natural	1, 3, 5, 10, 16, 17 y 21.
Método Doolittle	4, 6, 7, 8, 12, 15 y 18.
Colmenas de apoyo	2, 9, 11, 13, 14, 19 y 20.

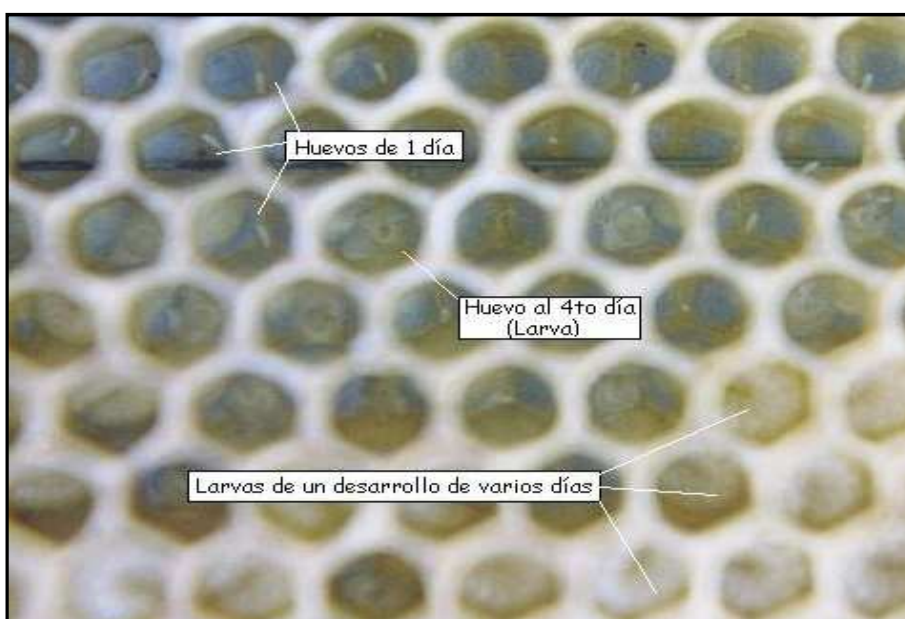
## 2.4 MÉTODO NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL

El método natural se aplicó en las colmenas 1, 3, 5, 10, 16, 17 y 21, para lo cual se retiró la abeja reina de cada una de ellas 24 horas antes. Las abejas reinas retiradas se colocaron en pequeños núcleos para su mantención.

### 2.4.1 SELECCIÓN DE MARCOS

La selección de marcos se realizó de la siguiente manera:

- Se revisó cada uno de los marcos en las colmenas de apoyo.
- Se eligió un panal con larvas de entre 12 y 36 horas de nacidas.



Fuente: Canon, 2007

**Figura 18.** Panal con huevos y larvas de abeja de distintas edades

- Con la ayuda de un cepillo de cerdas suaves se retiraron todas las abejas adheridas al marco.
- El marco retirado de la colmena para realizar la incisión fue sustituido por otro marco con cera recién estampada.
- Inmediatamente se trasladó el marco al sitio de trabajo.

#### **2.4.2 INCISIÓN DE PANALES**

Con el fin de realizar un adecuado corte de los panales se procedió del siguiente modo:

- En una hornilla de cocina, se calentó un cuchillo afilado.
- Con el cuchillo caliente se recortó la cera del panal dando forma triangular.
- Enseguida se trasladó el marco cubierto con una toalla al apiario.
- El marco se colocó de manera cuidadosa en la respectiva colmena donde permaneció durante 3 días.

#### **2.4.3 RECOLECCIÓN DE JALEA REAL**

La recolección de jalea real se realizó transcurridas 72 horas, para ello:

- Se revisaron las colmenas para retirar los marcos recortados.
- Se retiraron las abejas adheridas a los marcos con la ayuda de un cepillo de cerdas suaves.
- Se trasladó al sitio de trabajo inmediatamente.
- El marco se colocó en un soporte de madera.
- Se retiraron las larvas de cada una de las celdas reales con aguja de transferencia.
- Con una espátula pequeña se extrajo la jalea real de cada una de las celdas reales formadas y se colocó en el recipiente de vidrio.
- Se determinó su peso en gramos.
- Una vez realizada la recolección el marco se trasladó al colmenar.

El procedimiento antes mencionado se repitió cada 3 días.

#### **2.4.4 REGISTRO DE DATOS**

El registro de datos se realizó durante el período en el cual se desarrolló la parte experimental del estudio. Se evaluó el número de celdas reales construidas, la

producción de jalea real de abeja y el rendimiento en cada colmena. Todos los datos apuntados se analizaron estadísticamente con el programa Statgraphics Plus 4.0.

#### **2.4.4.1 Número de celdas reales construidas**

El número de celdas reales construidas se estableció mediante el conteo de todas las celdas reales elaboradas por las abejas en cada extracción de jalea real durante el tiempo que el marco permaneció en la colmena.

#### **2.4.4.2 Producción**

La producción de jalea real de abeja se estableció el momento de la cosecha en cada colmena. Para ello, se extrajo la jalea real de todas las celdas reales, se colocó en el respectivo envase de vidrio y se pesó. Este dato se expresó en gramos por colmena.

#### **2.4.4.3 Rendimiento**

El rendimiento se determinó por cada celda, para ello se consideró el dato de la producción de jalea real conseguida y se lo dividió para el número de celdas reales construidas. Este valor se enunció en miligramos por celda.

## **2.5 MÉTODO DOOLITTLE PARA LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL**

La aplicación del método Doolittle, en las colmenas 4, 6, 7, 8, 12, 15 y 18, implicó orfanizar las colmenas anticipadamente, para lo cual se procedió de la misma manera que en el método natural.

### **2.5.1 SELECCIÓN DE MARCOS**

- Se revisaron los marcos de las colmenas de apoyo: 2, 9, 11, 13, 14, 19 y 20.
- Se escogió un marco con larvas de 12 a 36 horas de nacidas.
- Se retiró el marco de la colmena y con un cepillo de cerdas suaves se retiraron las abejas adheridas.
- Se trasladó el marco al lugar de trabajo y se colocó en un soporte de madera.

### **2.5.2 TRASLARVE**

Para el traslarve se realizó el siguiente procedimiento:

- Se colocó jalea real diluida\* en agua en cada una de las cúpulas artificiales.
- Con ayuda de la aguja de transferencia se tomó una por una las larvas recién nacidas y se colocaron en las celdas artificiales, una larva en cada celda.
- Enseguida se trasladó el marco, cubierto con una toalla, al apiario y se introdujo en la colmena respectiva donde permaneció durante 72 horas.

\* La jalea real diluida se obtiene de mezclar, de manera homogénea y en partes iguales, jalea real fresca con agua pura.

### **2.5.3 EXTRACCIÓN DE JALEA REAL**

La extracción de jalea real se realizó luego de 3 días, de la siguiente manera:

- Se retiró el marco especial de la colmena productora y se lo trasladó al sitio de trabajo.
- Se retiraron de los marcos los listones con las cúpulas plásticas.
- Se contabilizó el número de larvas aceptadas.

- Con una cuchilla se quitó la capa de cera que cubre cada cúpula.
- Con suma precaución se retiró cada una de las larvas aceptadas con la aguja de transferencia.
- Se extrajo la jalea real con una cucharilla de acero inoxidable.
- Se determinó el peso de la jalea real obtenida.

El proceso de traslarve se realizó nuevamente cada 72 horas.

#### **2.5.4 REGISTRO DE DATOS**

El registro de datos se efectuó durante el período que se desarrolló la parte experimental del estudio. Se evaluaron el porcentaje de aceptación, la producción en gramos de jalea real y el rendimiento expresado en miligramos por celda en cada colmena.

##### **2.5.4.1 Porcentaje de aceptación**

Con el fin de determinar el porcentaje de aceptación se contabilizaron todas las celdas reales formadas por las abejas en las cúpulas plásticas, se dividió para el número total de traslarves realizados y se multiplicó por 100.

##### **2.5.4.2 Producción**

La producción se determinó el momento de la cosecha de jalea real en cada colmena. Para ello, se extrajo la jalea real de todas las celdas reales, se colocó en el envase de vidrio y se pesó. Este valor se expresó en gramos por colmena.



### **2.5.4.3 Rendimiento**

El rendimiento se determinó por cada celda, para ello se tomó el dato de la producción conseguida y se lo dividió para el número de celdas reales construidas. La fórmula empleada es la misma usada en el método natural.

## **2.6 ENVASADO Y ALMACENAMIENTO DE JALEA REAL**

Para el envasado se usaron recipientes de vidrio color ámbar, de tapa plástica y con capacidad de 15 g. Una vez llenos, éstos fueron almacenados en un refrigerador a 4 °C.

El envasado y almacenamiento se realizó de la misma manera para ambos métodos.

## **2.7 ANÁLISIS FINANCIERO**

El análisis financiero de la obtención de jalea real de abeja se realizó del método Doolittle por ser el procedimiento que mayor productividad de jalea real en el proceso de experimentación. El mencionado análisis consideró los siguientes parámetros:

a) Inversión:

- Material para colmenas
- Adquisición de abejas
- Equipo de trabajo
- Maquinaria y material necesario para cosecha de miel y extracción de jalea real

b) Capital operativo inicial.

c) Depreciación del material y equipo apícola.

d) En el período de un año, la extracción de jalea real será durante 6 meses y la producción de miel será durante el tiempo restante.

- e) El rendimiento promedio de jalea real es de 504 gramos por colmena por año y de miel de abeja es de 25 lt por colmena por año.
- f) Costos directos e indirectos:
- Mano de obra directa
  - Azúcar
  - Envases de vidrio de 15 gramos de capacidad para jalea real
  - Envases de plástico de 1 lt de capacidad para miel de abeja.
  - Servicios
- g) Los ingresos por venta de miel de abeja y de jalea real se consideran al precio de venta actual.
- h) El tiempo de vida útil del proyecto es de 5 años.
- i) El financiamiento del proyecto será realizado con un préstamo al banco, por 48 meses, con una tasa de interés de 11.83%.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 MÉTODO NATURAL

El método natural para la obtención de jalea real de abeja detallado anteriormente se aplicó a las colmenas 1, 3, 5, 10, 16, 17 y 21, en cada una de ellas se registraron los datos durante la extracción en formación de celdas reales, producción de jalea real y rendimiento de cada una de las celdas reales. A continuación se detallan los resultados conseguidos en todas las variables consideradas.

Los datos de formación de celdas reales, producción de jalea real y rendimiento recopilados en cada una de las colmenas analizadas con el método natural durante el periodo de medición se encuentran en el Anexo 2.

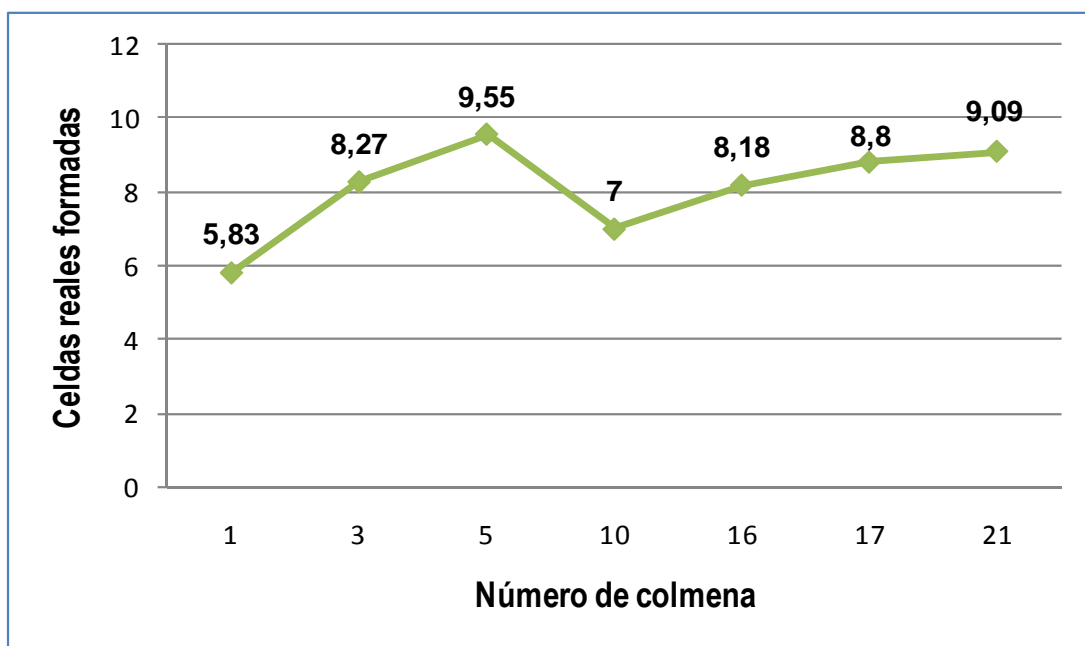
##### 3.1.1 FORMACIÓN DE CELDAS REALES

La determinación del número de celdas reales formadas mediante la aplicación del método natural, se realizó de acuerdo con el procedimiento descrito en el acápite 2.4.4.1. El promedio del número de celdas reales formadas y la desviación estándar encontrados se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Promedio de celdas reales formadas por cada colmena en el método natural

Nº COLMENA	CELDAS REALES FORMADAS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	5,83	0,98
3	8,27	1,10
5	9,55	1,13
10	7,00	1,00
16	8,18	1,17
17	8,80	1,23
21	9,09	1,04

En la Figura 19 se aprecia el rango de celdas reales formadas en cada colmena, cifra que oscila entre 5,83 como mínimo y 9,55 como máximo. El promedio general de celdas reales formadas es de 8,10.



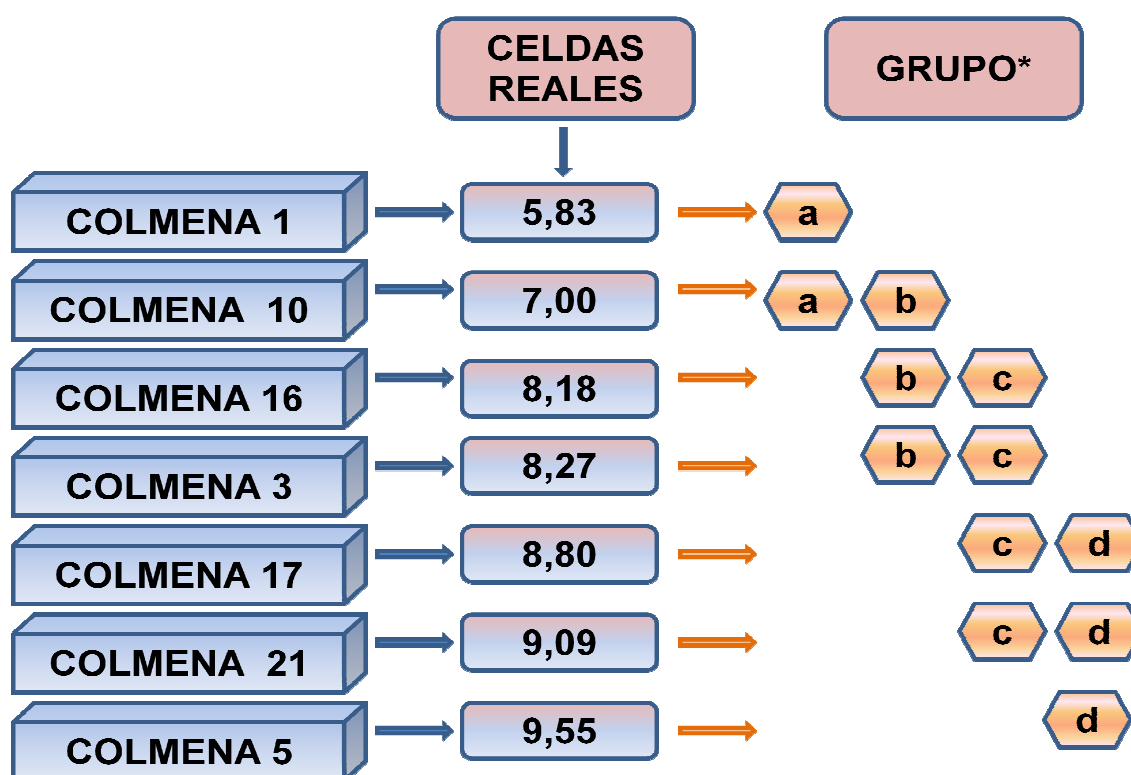
**Figura 19.** Rango del número de celdas reales formadas por cada colmena en el método natural

Como se observa en la Tabla 9 y en la Figura 20, el rango de celdas reales formadas en el método natural varía entre 5,83 y 9,55, valores ligeramente menores en comparación al número de celdas reales citado para el método natural por Hooper (1987), entre 9 y 10 celdas reales, y por Del Pozo y Schopflocher (1996) entre 8 y 10 celdas reales. La discrepancia entre estas cifras se debe a que ambos autores citan datos conseguidos en Argentina, lugar en el cual las abejas poseen características propias de la zona y a las distintas condiciones climáticas existentes en ambos este país y el Ecuador.

En Argentina el manejo apícola es distinto por la condición de apacibilidad existente dentro de las colonias de abejas, lo cual facilita el manejo del apiario y también permite disminuir de manera considerable el estrés que cada revisión

provoca en la colmena. Conjuntamente, el período de floración o período productivo es estable en función de las cuatro estaciones climáticas que en ese lugar suceden. Situación distinta ocurre en Ecuador donde la agresividad de las colonias de abejas es evidente en varias regiones, esto conlleva a que el manejo del apiario realizado por los apicultores sea más dificultoso y el estrés causado en la colmena durante cada revisión sea mayor; además el período de floración o período productivo fluctúa en función de las condiciones climáticas presentes.

Mediante el uso del programa Statgraphics Plus 4.0 con la aplicación ANOVA para los datos de formación de celdas reales se determina que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores con el 95% de confianza. También se forman 4 grupos homogéneos de datos señalados en la Figura 20: grupo a, grupo b, grupo c y grupo d.



\* Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,001$ )

**Figura 20.** Grupos estadísticos homogéneos en la formación de celdas reales en el método natural

Las colmenas con menor número de celdas construidas fueron la 1 y la 10, como se observa en la Figura 21, la colmena número 1 por su propensión a hacerse zanganera, es decir que las abejas obreras al sentir la ausencia de la feromona exhalada por la abeja reina desarrollaron su sistema reproductivo y comenzaron a colocar por todo el panal huevos infecundos que dan lugar al nacimiento de zánganos. Igualmente, si por alguna razón, la celda real no puede formarse al cabo de unos 10 días de orfandad, un cierto número de abejas obreras desarrollan su aparato genital e inician la puesta de huevos no fecundados en las celdas de obreras. Estas colmenas denominadas zanganeras no aceptan la introducción de reina fecunda o de celda real operculada y la destruyen (Cobo, 1981).

Cuando se presenta esta característica indeseable dentro de una colmena en la obtención de cualquier producto apícola, se dificulta el manejo de la colonia, las abejas no aceptan las larvas recién colocadas sean de otro panal o traslarvadas en cúpulas artificiales, además las abejas encargadas del cuidado de las crías enfocan su esfuerzo en larvas masculinas poco provechosas desde el punto de vista productivo y se reduce la cantidad de abejas obreras hasta el punto que la colmena puede desaparecer si no se la interviene prontamente. Por ello se debe necesariamente interrumpir la producción e introducir enseguida una abeja reina, panales de cría operculada y suficiente alimento con el fin de fortalecer la colmena y así evitar la pérdida de todas las abejas.

La colmena número 10 obtuvo también un bajo promedio en la formación de celdas reales debido a la presencia de celdas reales construidas en otros marcos de la colmena lo que implicó que la atención de las abejas nodrizas se disperse por áreas distintas a la dispuesta para el traslarve. Esta circunstancia incluso permitió el nacimiento de una abeja reina. Al momento de nacer una abeja reina se interrumpe inmediatamente la aceptación y formación de otras celdas reales dentro de la colmena. Para evitar esta situación es imprescindible realizar una adecuada revisión de todos los marcos de la colmena huérfana por lo menos cada semana con lo cual se podrá destruir cualquier celda real que esté siendo cuidada fuera del área de traslarve.

Por otro lado, como se aprecia en la Figura 21, las colmenas con mayor número de celdas reales formadas fueron la número 5, 17 y 21 debido principalmente al excelente patrón de postura que presentaron estas colonias al momento de la orfanización, es decir que las abejas poseían características óptimas para el adecuado desarrollo y cuidado de las crías, lo que implica una adecuada disposición a formar un elevado número de celdas reales con abundante jalea real.

### 3.1.2 PRODUCCIÓN

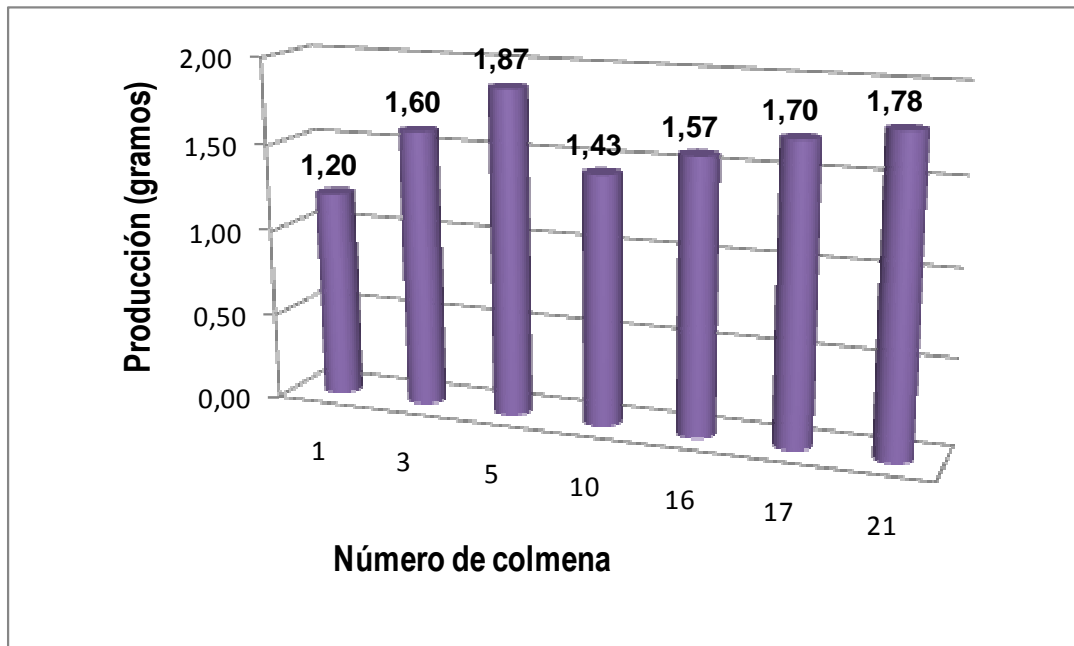
Los datos de producción conseguida por cada colmena mediante el método natural se obtuvieron de acuerdo al procedimiento explicado en el párrafo 2.4.4.2. El promedio de producción se indica en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Producción obtenida por cada colmena en el método natural, expresada en gramos

Nº Colmena	Producción (gramos)	Desviación estándar
1	1,20	0,22
3	1,60	0,20
5	1,87	0,25
10	1,43	0,21
16	1,57	0,23
17	1,70	0,22
21	1,78	0,20

Con los datos expuestos se determina que la cantidad total promedio de jalea real cosechada cada 3 días con la aplicación del método natural es de 1,59 gramos.

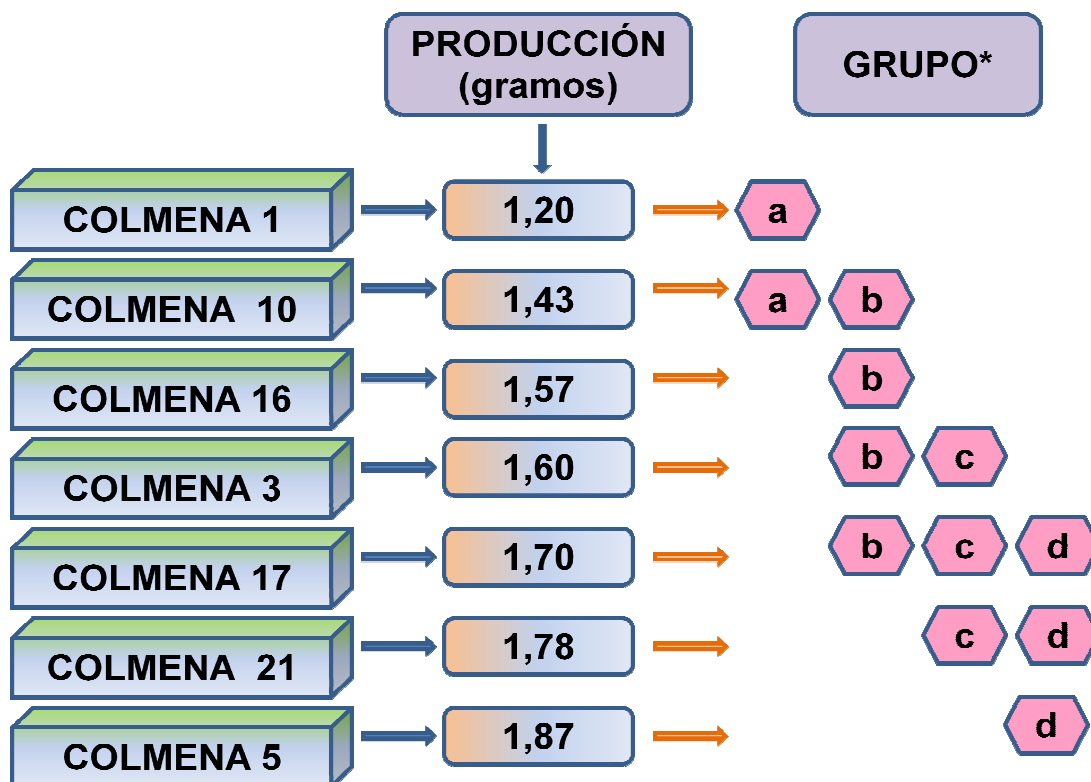
En la Figura 21 se observa el rango de producción de jalea real de abeja alcanzada en cada colmena, valor que fluctúa entre 1,20 como mínimo y 1,87 como máximo.



**Figura 21:** Comparación de la producción obtenida en cada colmena mediante el método natural

Los datos de producción de jalea real se analizaron mediante el uso del programa Statgraphics Plus 4.0 con la aplicación ANOVA y se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores con el 95% de confianza. También el programa indica que se establecen 4 grupos homogéneos de datos señalados en la Figura 22: grupo a, grupo b, grupo c y grupo d.





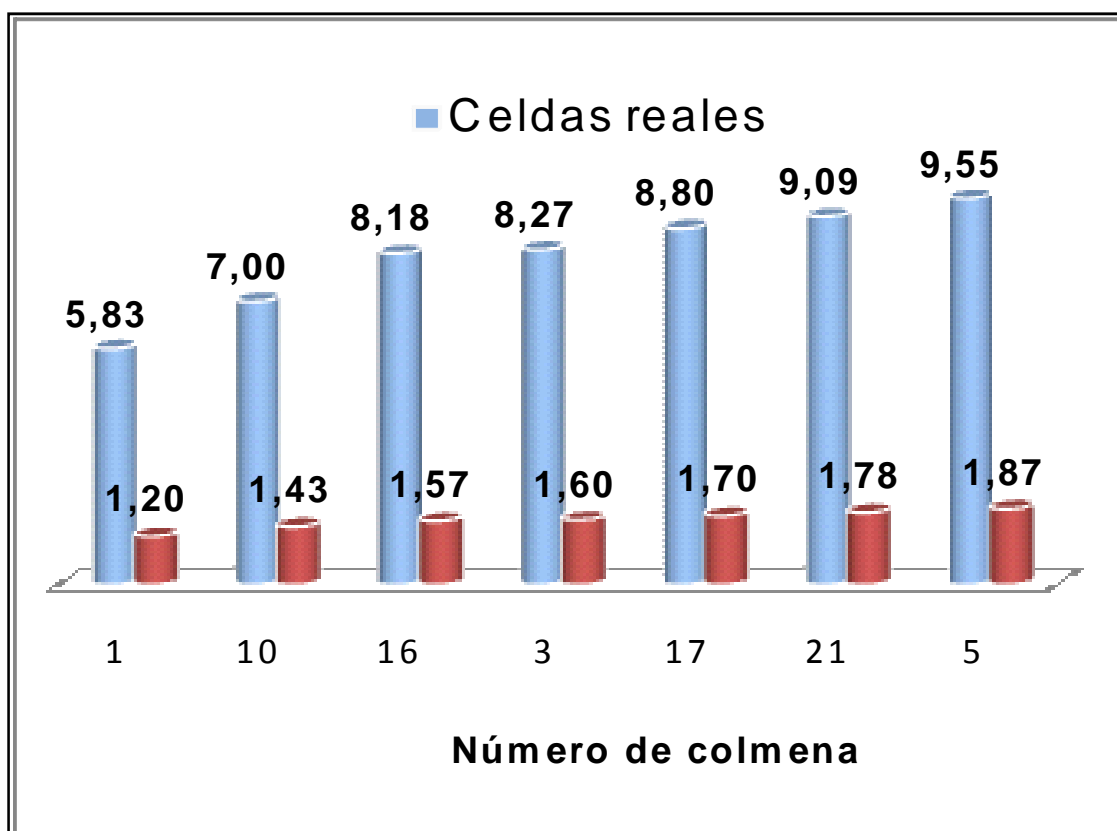
\* Letras iguales señalan que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,001$ )

**Figura 22:** Grupos estadísticos homogéneos formados en la producción de jalea real de abeja en el método natural

Como se señala en la Figura 22 las colmenas con menor producción son la número 1 y la número 10 con 1,20 y 1,43 gramos de jalea real respectivamente, debido principalmente a dos factores:

- Tendencia zanganera: implica que abejas obreras desarrollaron su rudimentario sistema reproductivo e iniciaron la postura de huevos infecundos en ausencia de la abeja reina lo cual provoca un inadecuado progreso de la colmena y una drástica disminución productiva.
- Excesiva agresividad: situación que dificulta el manejo de la colonia por la gran cantidad de abejas que se abalanzan sobre el apicultor durante el proceso de revisión.

Por lo contrario, la colmena de superior producción fue la número 5 con 1,87 gramos de jalea real debido a la cantidad de celdas reales formadas durante el procedimiento, situación que señala Prost (1995): mientras mayor sea el número de celdas reales construidas, la obtención de jalea real de abeja será mayor también, lo que implica una relación directamente proporcional entre ambas variables. Esta característica productiva es propia de la colmena y se señala claramente en la Figura 23, donde se indica de manera gráfica que a mayor número de celdas reales construidas corresponde también una mayor producción de jalea real.



**Figura 23.** Comparación de la cantidad de celdas reales construidas en función de la producción de jalea real de abeja en cada colmena

El promedio general de la producción de jalea real de abeja conseguida en el método natural es de 1,59 gramos por colmena. Este valor es 1,5 veces superior al valor citado por Del Pozo y Schopflocher (1996) y por Polaino, en sus respectivos textos, debido con certeza a la constante disponibilidad de suficiente

alimento, especialmente de polen, el cual es indispensable para el adecuado desarrollo de las glándulas productoras de jalea real en las abejas nodrizas (Gutierrez, 2006).

### 3.1.3 RENDIMIENTO

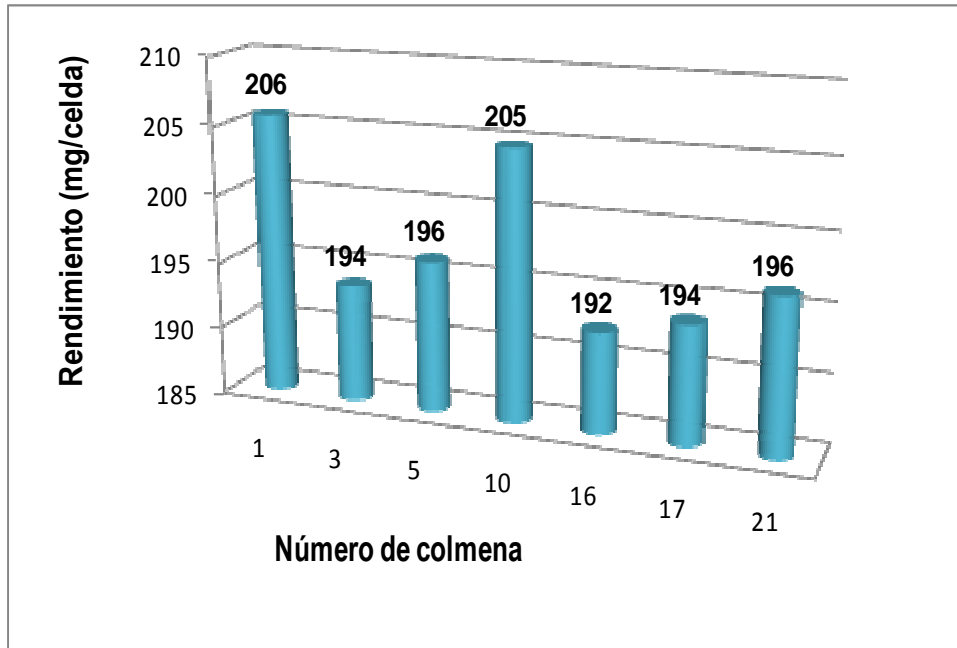
En la Tabla 11 se señala el promedio del rendimiento de jalea real obtenido mediante la aplicación del método natural expresado en miligramos por celda. Este valor se determinó tal como se expone en el punto número 2.4.4.3 de la revisión bibliográfica.

**Tabla 11.** Rendimiento promedio de jalea real en el método natural expresado en mg/celda

Nº colmena	Rendimiento (mg / celda)	Desviación estándar
1	206	20,20
3	194	9,52
5	196	9,42
10	205	8,08
16	192	9,04
17	194	9,49
21	196	10,39

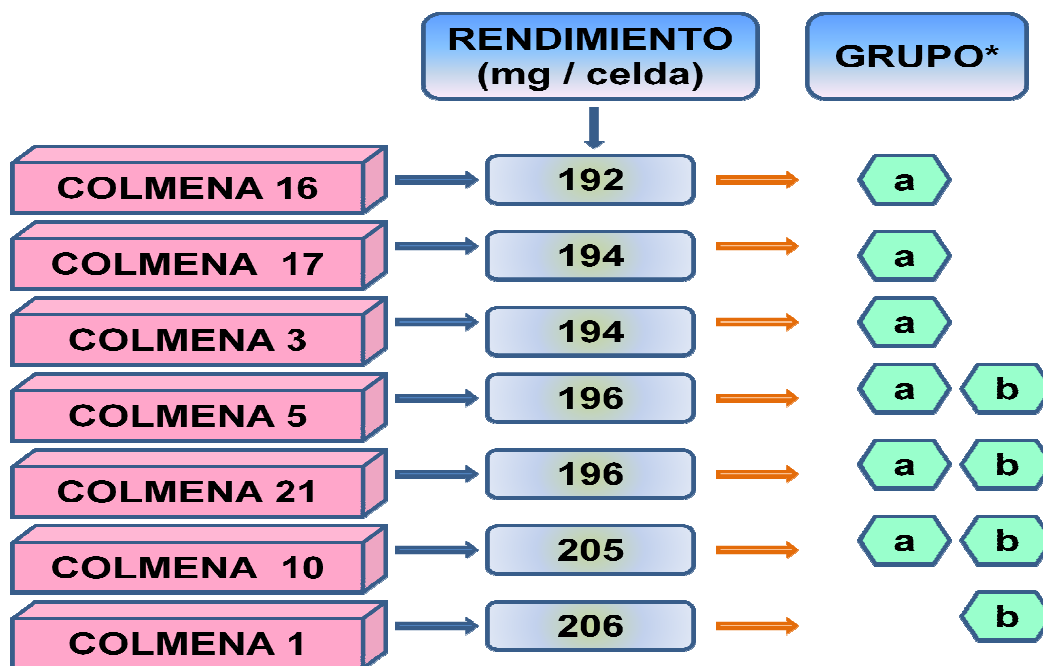
Con los datos expuestos en la Tabla 11 se determina que el promedio del rendimiento conseguido mediante el método natural es de 197 mg/celda. No existen datos bibliográficos puntuales sobre el rendimiento por celda en el método natural.

En la Figura 24, se señala la variación en el rendimiento obtenido por cada colmena, rango que oscila entre 192 mg/celda en la colmena 16 y 206 mg/celda en la colmena 1.



**Figura 24.** Variación del rendimiento por cada colmena en el método natural

Con la herramienta ANOVA del programa Statgraphics Plus 4.0 se estableció con el 95 % de confianza que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores conseguidos de rendimiento de jalea real por celda y además se forman 2 grupos homogéneos: grupo a y grupo b. Estos grupos pueden apreciarse en la Figura 26.



\* Letras iguales señalan que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,001$ )

**Figura 25.** Grupos estadísticos homogéneos en el rendimiento de jalea real de abeja en el método natural

Como puede observarse en la Figura 26, aun cuando se forman 2 grupos homogéneos de datos, puede afirmarse que todos los valores son semejantes. Entonces el rendimiento promedio es 198 miligramos por celda.

Además, en función de lo sucedido durante el periodo de experimentación se puede determinar que:

- Mientras menor sea el número de celdas reales formadas, mayor será el rendimiento conseguido por cada una de ellas, lo cual indica que existe una relación inversamente proporcional entre el número de celdas reales y el rendimiento de jalea real en cada una de las celdas (Chen y Chang, 1993).
- El impacto causado en las colmenas por la ausencia de la abeja reina durante tanto tiempo es negativo para el conveniente crecimiento y desarrollo de la colonia.

## 3.2 METODO DOOLITTLE

El método Doolittle usado para la producción de jalea real de abeja explicado previamente se aplicó a las colmenas 4, 6, 7, 8, 12, 15 y 18, en cada una de ellas se registraron los datos del porcentaje de aceptación para lo cual se consideró el número de celdas reales formadas en la cúpulas plásticas, producción de jalea real en cada extracción y rendimiento de cada una de las celdas reales. A continuación se detallan los resultados conseguidos en las variables consideradas.

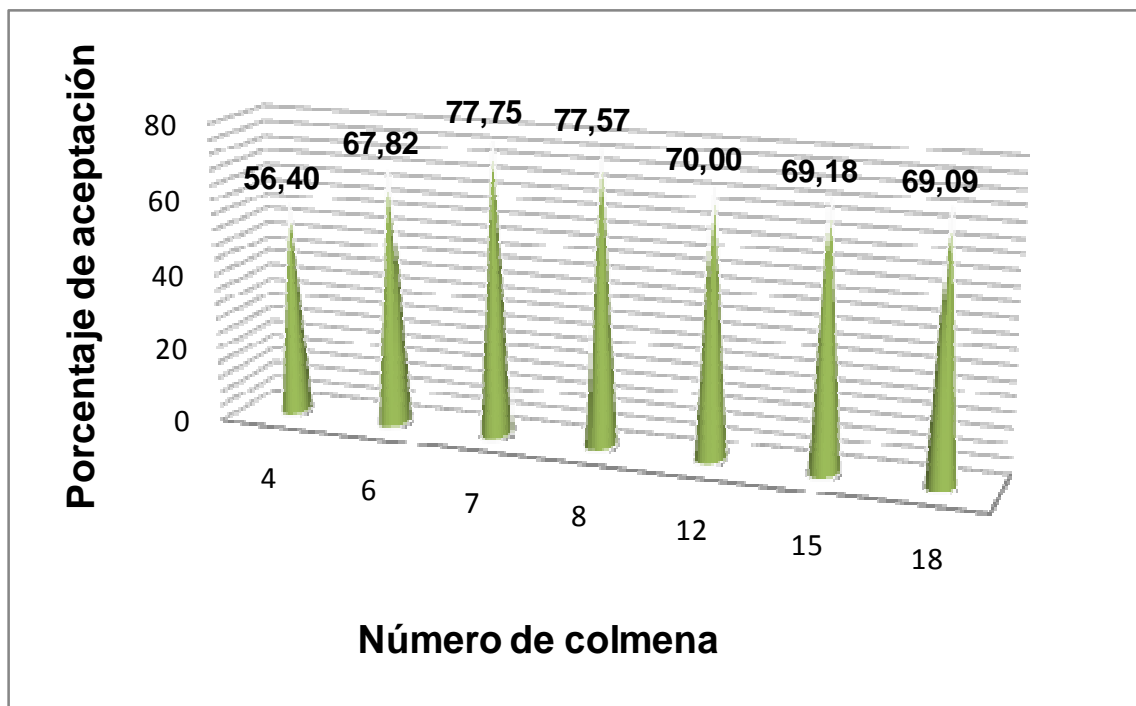
### 3.2.1 PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN

La determinación del porcentaje de aceptación conseguido mediante la aplicación del método Doolittle se realizó de acuerdo con el procedimiento descrito en el acápite 2.5.4.1. El número de traslarves realizados, la cantidad de celdas reales formadas, el promedio del porcentaje de aceptación y la desviación estándar encontrados para cada colmena se presentan en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Porcentaje de aceptación obtenido en cada colmena por el método Doolittle

Nº Colmena	Celdas traslarvadas	Celdas aceptadas	Porcentaje de aceptación (%)	Desviación estándar
4	100	56,40	56,40	5,55
6	100	67,82	67,82	9,81
7	100	77,75	77,75	2,22
8	100	77,57	77,57	7,32
12	100	70,00	70,00	9,62
15	100	69,18	69,18	9,86
18	100	69,09	69,09	9,40

En la Figura 26 se ilustra el rango en el porcentaje de aceptación obtenido en cada una de las colmenas, valor que fluctúa entre 56,40 por ciento como mínimo y 77,75 por ciento como máximo.



**Figura 26.** Porcentaje de aceptación de cada colmena mediante la aplicación del método Doolittle

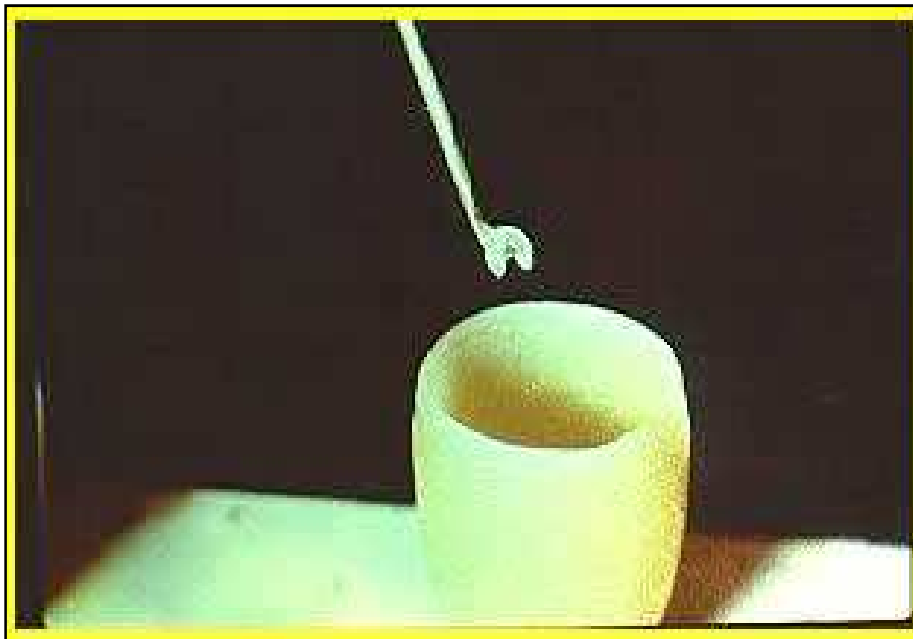
El rango de celdas aceptadas varía entre 56,40 y 77,75 celdas, valores que corresponden al 56,40 y 77,75 por ciento de aceptación, respectivamente. Esta diferencia se debió a posibles factores como:

- Calidad de jalea real: la jalea real usada durante el proceso de traslarve debería ser siempre fresca ya que será el directo alimento de las larvas recién injertadas, de no poder conseguirla en esta condición ésta debe haber sido conservada adecuadamente en refrigeración para que mantenga sus óptimas propiedades (Pesante, 1996).
- Selección de larvas: el momento que el apicultor realiza el traslarve la elección de las larvas es crucial para obtener un adecuado porcentaje de

aceptación ya que si estas larvas son demasiado jóvenes, las abejas se comerán una gran proporción de ellas, si son demasiado maduras crecerán rápidamente y resultará menor cantidad de jalea real al momento de la extracción (Morse, 1992).

- Cantidad de traslarves: el número de larvas injertadas no debe ser mayor a 80 celdas por cuadro ya que parece existir en la colmena una cierta cantidad de jalea real disponible en todo momento y proporcional al número de nodrizas existente dentro de la colonia (Philippe, 1990).
- Deshidratación de larvas: las larvas son diminutos organismos vivos por lo que una excesiva variación en su estructura puede matarlas por lo tanto si la temporada es muy seca o cálida puede presentarse deshidratación de los injertos (Sepúlveda, 1986).
- Excesivo tiempo de traslarve: el tiempo entre traslarve y la introducción en la colmena productora no debe ser mayor a 30 minutos, situación ligada estrechamente también a la posible deshidratación de las larvas (Ballesteros y Vásquez, 2007 y Valega, 2001).
- Habilidad del apicultor: la extracción de la larva de la celda del panal y la colocación de la misma en la cúpula artificial debe ser de la manera más cuidadosa posible ya que si la larva recibe alguna mínima lastimadura, ya sea con la aguja de traslarve o al rozarla con las paredes de la celda, la larva no será aceptada por las abejas. En la Figura 27 se aprecia de manera muy nítida la adecuada recolección de la larva así como la correcta colocación dentro de la cúpula plástica.



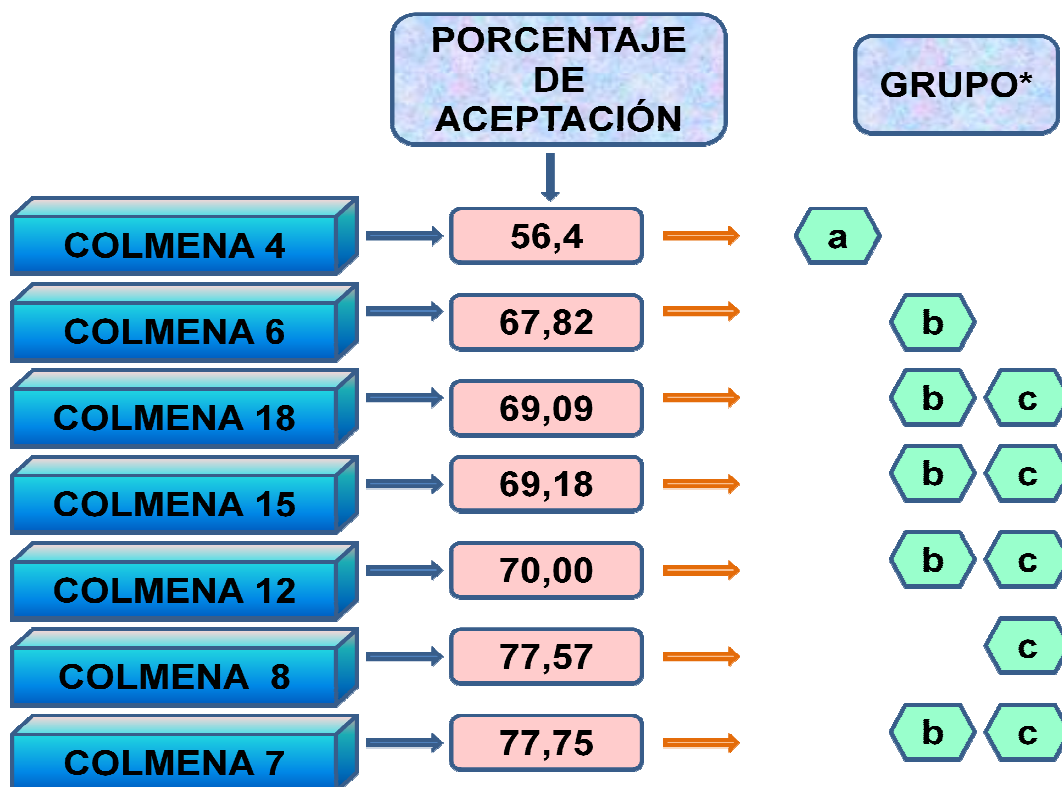


Fuente: Mantilla, 2005

**Figura 27:** Traslarve

Los valores bibliográficos del porcentaje de aceptación por varios autores son: Gutiérrez (2006) obtuvo 76% de aceptación; Ballesteros (2007) en el estudio realizado con 10 cuadros consiguió el 51% y López (2006) registró el 63% de aceptación en cúpulas plásticas. Los resultados conseguidos en el presente estudio concuerdan dentro del rango con los citados por estos autores en sus respectivos análisis.

Mediante el uso del programa Statgraphics Plus 4.0 con la aplicación ANOVA para los datos del porcentaje de aceptación de celdas reales formadas en las cúpulas plásticas se determina que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores con el 95% de confianza. También se forman 3 grupos homogéneos de datos señalados en la Figura 28: grupo a, grupo b y grupo c.



\* Letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.001$ ).

**Figura 28.** Grupos estadísticos homogéneos en el porcentaje de aceptación en el método Doolittle

La colmena número 4 se hizo zanganera a los 15 días de registro de datos, lo que implica que abejas obreras desarrollaron su sistema reproductivo rudimentario e iniciaron la postura de huevos infecundos, de los cuales nacerán zánganos. Por esta razón, presentó el menor porcentaje de aceptación registrado 56,40 % como se observa en la Figura 28.

Cabe resaltar lo sucedido en la colmena número 7 que dentro del grupo obtuvo el mayor valor debido a su propia naturaleza productora de jalea real, es decir que las abejas tenían una tendencia genética para la producción de jalea real, incluso formó celdas reales fuera del área productora de jalea real lo cual permitió que naciera una abeja reina. Al momento de nacer este animal se suspende de manera inmediata la aceptación de nuevos traslarves y por ende también se interrumpe la producción de jalea real de abeja.

Los datos de formación de celdas reales, porcentaje de aceptación, producción de jalea real y rendimientos recopilados para el método Doolittle en cada una de las colmenas analizadas durante todo el período de experimentación se citan en el Anexo 3.

### 3.2.2 PRODUCCIÓN

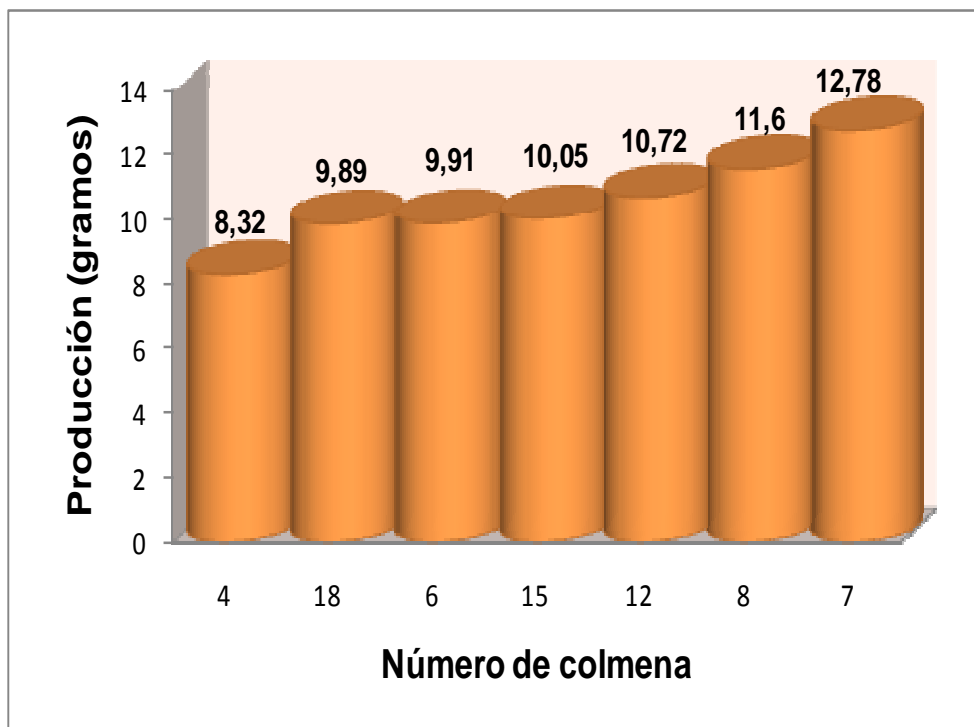
La producción promedio obtenida en las colmenas 4, 6, 7, 8, 12, 15 y 18 con la aplicación del método Doolittle se ejecutó en función del proceso escrito en el punto 2.5.4.2 del presente documento. Los valores promedio de la producción de jalea real y la desviación estándar se señalan en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Producción promedio de cada colmena en el método Doolittle, expresada en gramos

Nº Colmena	Producción (gramos)	Desviación estándar
4	8,32	0,69
6	9,91	1,65
7	12,78	0,51
8	11,60	1,36
12	10,72	2,00
15	10,05	1,33
18	9,89	0,97

El promedio de jalea real extraída cada 3 días con la aplicación del método Doolittle en el grupo de colmenas respectivo es de 10,47 gramos.

En la Figura 29 se observa el rango de producción de jalea real de abeja alcanzada en cada colmena, valor que fluctúa entre 8,32 gramos como mínimo y 12,78 gramos como máximo.

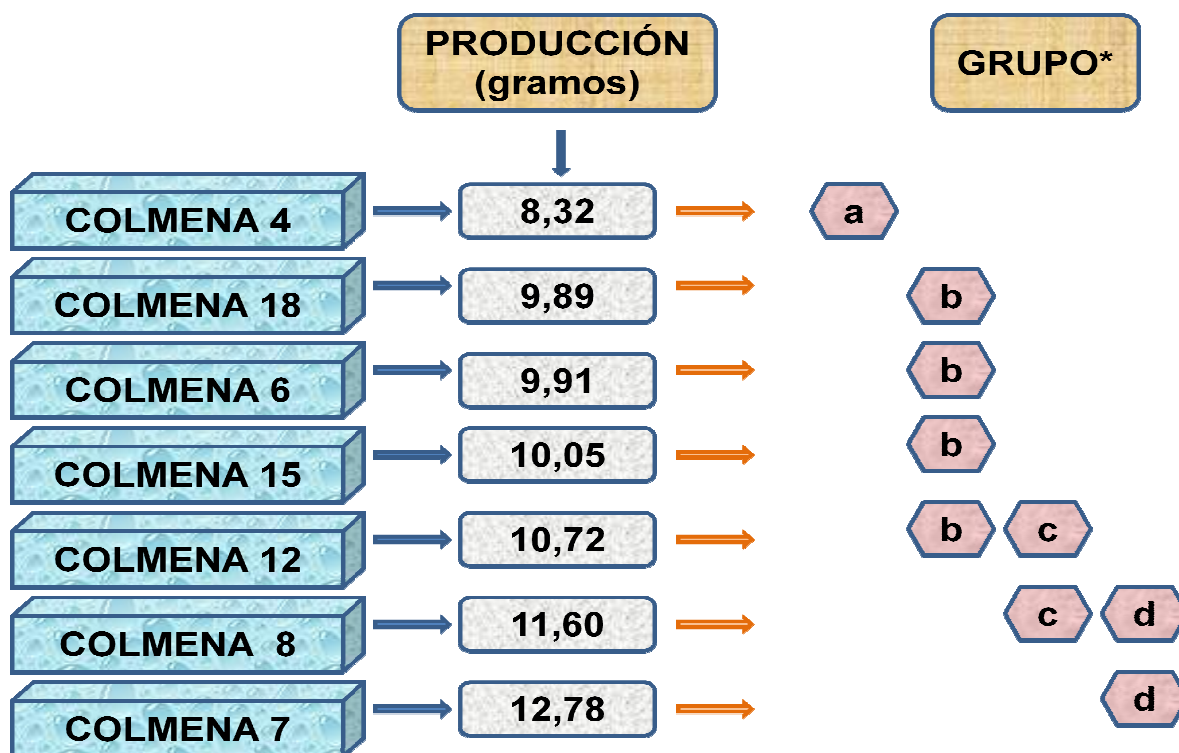


**Figura 29:** Comparación de la producción de jalea real conseguida en cada colmena mediante el método Doolittle

El promedio de la producción alcanzada en el método Doolittle es de 10,47 gramos. Este valor es mayor comparado con 7,5 g señalado por Gutierrez, 2006. Este incremento en la producción de jalea real de abeja se debió a que los marcos con las larvas injertadas en las cúpulas plásticas se encontraban entre panales de cría operculada, ya que como señala De Araujo y Echazarreta (2001) la producción de jalea real está directamente relacionada con la proximidad de cría abierta a los marcos traslarvados.

Todas las colmenas en el área de traslarve tenían cría a punto de emerger, así que las abejas que recién nacían no tenían sus glándulas hipofaríngeas productoras de jalea real desarrolladas ya que es a partir del quinto día de vida que las abejas nodrizas empiezan a alimentar a las larvas y a la abeja reina (Valega, 2007). Por otro lado, la ausencia de cría abierta en esta área, deprimiría el desarrollo glandular, no siendo suficientes los 100 traslarves que se mantuvieron como única cría abierta para estimular el desarrollo glandular (De Araujo y Echazarreta, 2001).

Mediante el uso del programa Statgraphics Plus 4.0 se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa entre las cifras consideradas de producción de jalea real de abeja. Además con este análisis se determinaron 4 grupos homogéneos de datos, los cuales se señalan en la Figura 30.



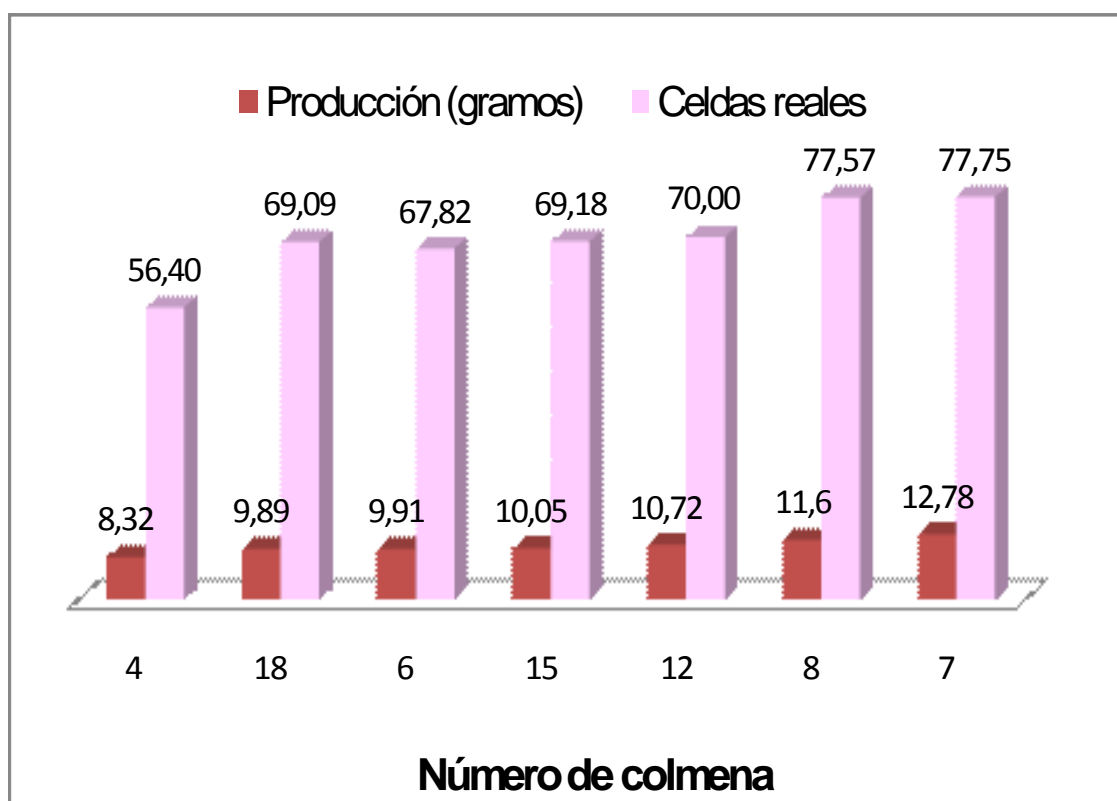
\* Letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,001$ ).

**Figura 30.** Grupos estadísticos homogéneos formados en la producción de jalea real de abeja en el método Doolittle

La producción mínima conseguida por el método Doolittle fue de 8,32 gramos en la colmena 4, como se observa en la Figura 30, causado esencialmente por:

- La baja tendencia a la producción de jalea real que presentó la colonia.
- La postura de huevos infértiles por abejas obreras que durante el tiempo de orfanización desarrollaron su sistema reproductivo, razón por la cual la colmena se hizo zanganera.

La máxima producción de jalea real fue de 11,60 y 12,78 gramos en las colmenas 8 y 7, respectivamente. Esta situación se debe al elevado porcentaje de celdas reales aceptadas que presentó ya que, como se muestra en la Figura 31, la directa relación existente entre el número de celdas reales formadas y la producción de jalea real de abeja (Prost, 1995).



**Figura 31.** Comparación entre el número de celdas reales construidas y la producción conseguida en cada colmena por el método Doolittle

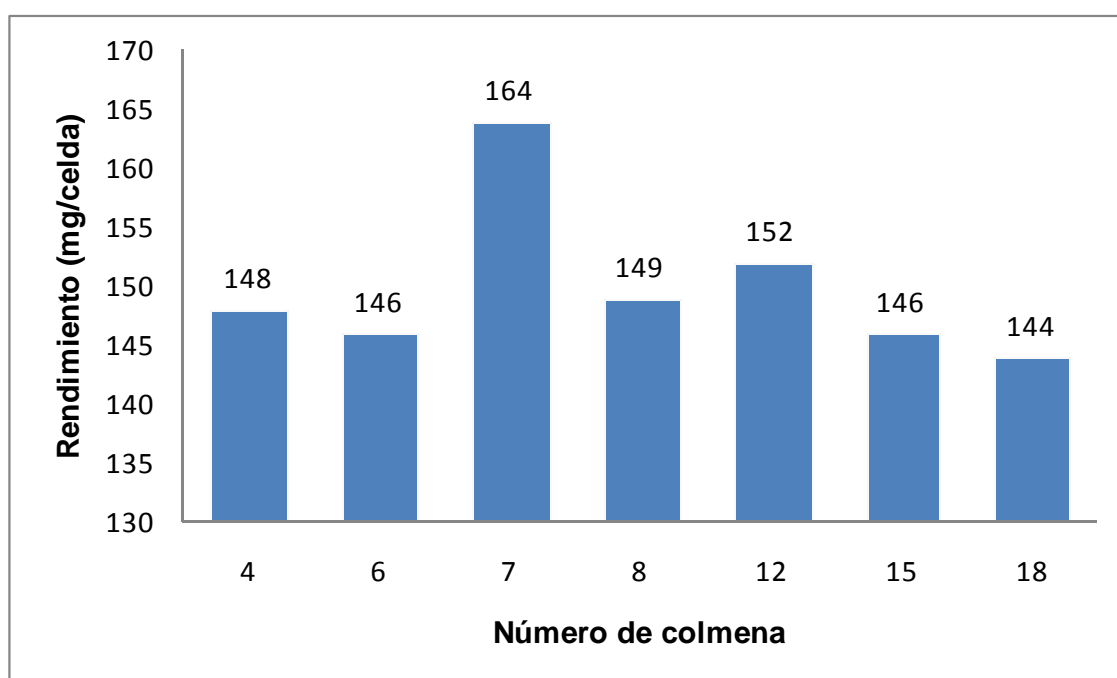
### 3.2.3 RENDIMIENTO

En la Tabla 14 se señala el promedio del rendimiento de jalea real por celda obtenido con la aplicación del método Doolittle expresado en miligramos por celda. Este valor se determinó tal como se expone en el párrafo 2.5.4.3 de la revisión bibliográfica.

**Tabla 14.** Rendimiento de cada colmena por el método Doolittle

Nº colmena	Rendimiento (mg/celda)	Desviación estándar
4	148	2,49
6	146	7,24
7	164	2,63
8	149	10,23
12	152	11,22
15	146	9,05
18	144	7,36

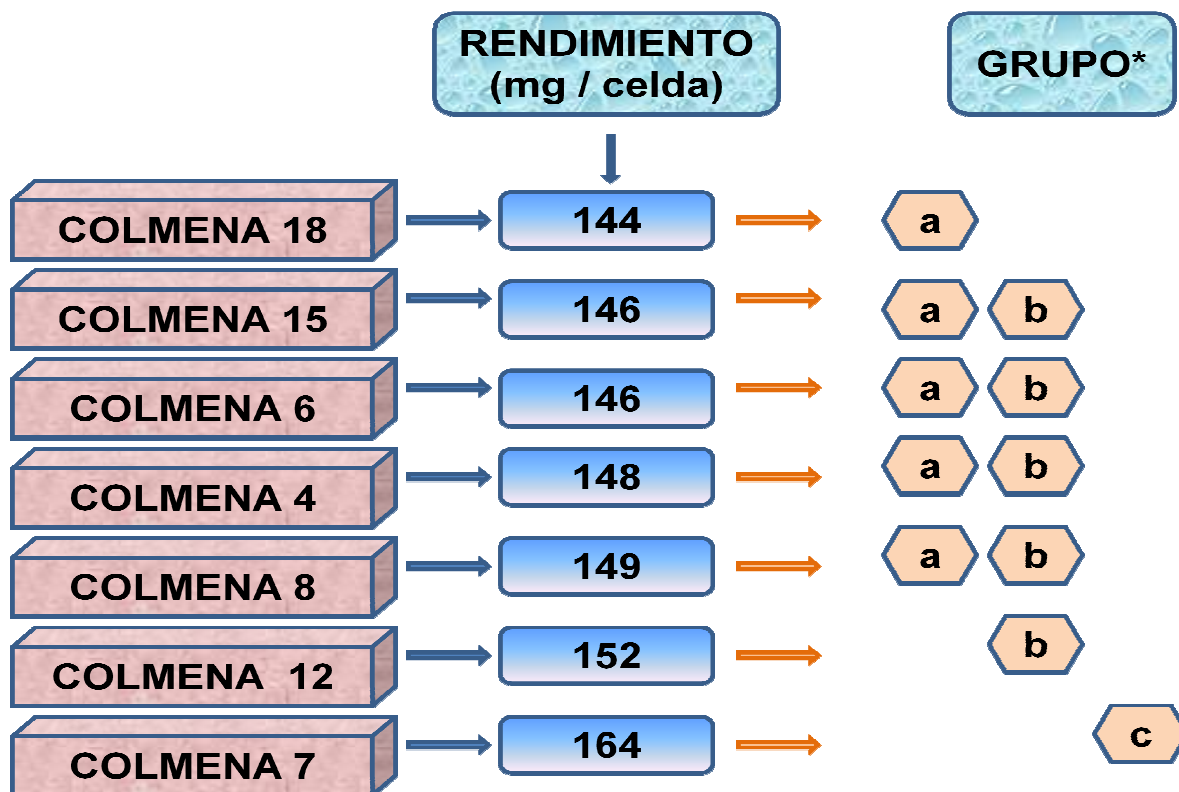
En la Figura 32 se muestra la variación entre los promedios conseguidos en los rendimientos de cada colmena mediante la aplicación del método Doolittle.



**Figura 32.** Rendimiento conseguido en cada colmena mediante la aplicación del método Doolittle

El uso de la opción ANOVA del programa Statgraphics Plus 4.0 permitió analizar los datos del rendimiento de jalea real por celda y determinó que existe diferencia estadísticamente significativa entre las cifras consideradas. Además con este

análisis se determinaron 3 grupos homogéneos de datos, los cuales se señalan en la Figura 33.



\* Letras iguales muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.001$ ).

**Figura 33.** Grupos estadísticos homogéneos en el rendimiento de jalea real de abeja en el método Doolittle

El mayor rendimiento de jalea real por cúpula fue de 164 miligramos por celda con la colmena 7 por su elevada tendencia a la producción de jalea real, situación que se ratifica por el nacimiento de una abeja reina luego de haber realizado 4 traslarves, es decir que esta colmena cuidaba de celdas reales separadamente de las del marco especial.

Por otro lado el menor rendimiento comprende los valores 144, 146, 148 y 149 de las colmenas 18, 15, 6, 4 y 8 debido indudablemente a su elevada agresividad que dificultaba un óptimo manejo de la colonia.

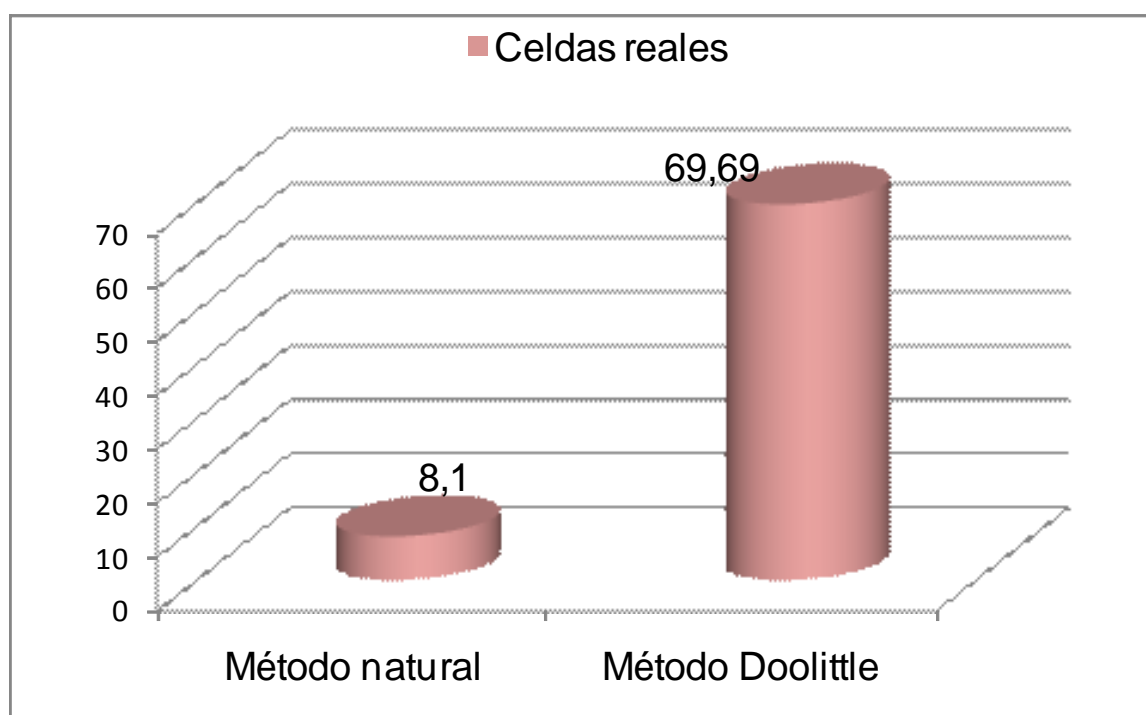


El promedio del rendimiento de jalea real por cúpula real en el método Doolittle fue de 150 mg/celda. Este dato es menor a 208 mg/celda mencionado por Ballesteros y Vásquez (2007), a 200 mg/celda señalado por Philippe (1990) y a 154 mg/celda citado por Gutiérrez (2006). Por otro lado, el valor de 150 mg/celda es mayor al citado por Queiroz, *et al.*,(2001) de 118 mg/celda.

### 3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE AMBOS MÉTODOS

#### 3.3.1 FORMACION DE CELDAS REALES

El método natural aplicado en las colmenas 1, 3, 5, 10, 16, 17 y 21 consiguió como resultado promedio la formación de 8,10 celdas reales mientras que la aplicación del método Doolittle en las colmenas 4, 6, 7, 8, 12, 15 y 18 alcanzó el promedio de 69,69 celdas reales. Los resultados conseguidos se comparan de manera gráfica en la Figura 34.



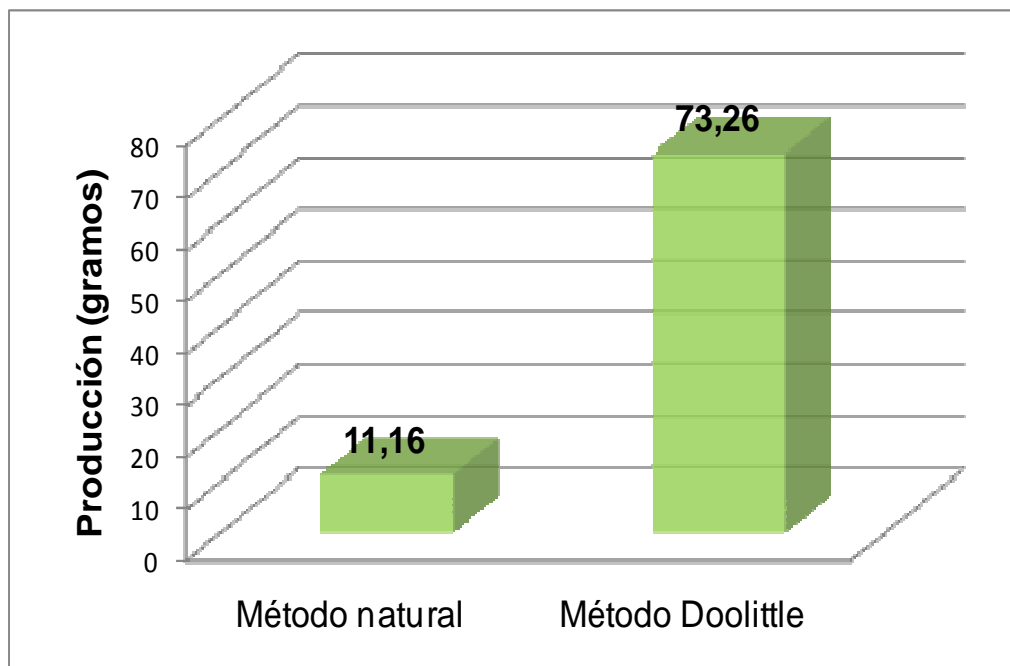
**Figura 34.** Comparación del número de celdas reales formadas en el método natural y en el método Doolittle

La notoria diferencia en la formación de celdas reales radica básicamente en la técnica usada en la aplicación de cada uno de los métodos. En el método natural se permite que la colmena construya celdas reales en función de su normal desarrollo mientras que en el método Doolittle la introducción de larvas injertadas en cúpulas plásticas artificiales permite una manipulación directa en el desarrollo de la colmena, lo que implica forzar la formación de mayor número de celdas reales, con lo cual se consigue un mejor resultado.

Precisamente por esta particularidad se deduce que el método Doolittle es más efectivo en comparación con el método natural en relación a la formación de celdas reales en la colmena. Sin embargo, la correcta aplicación del método Doolittle requiere de personal especializado durante todo el proceso para conseguir los mejores resultados.

### **3.3.2 PRODUCCIÓN DE JALEA REAL POR COLMENA**

En la Figura 35 se indica la comparación de los resultados conseguidos con relación a la producción total de jalea real de abeja, expresada en gramos, en cada uno de los métodos investigados. En el método natural se obtuvo una producción de 11,16 gramos, mientras que en el método Doolittle se consiguió un resultado de 73,26 gramos.

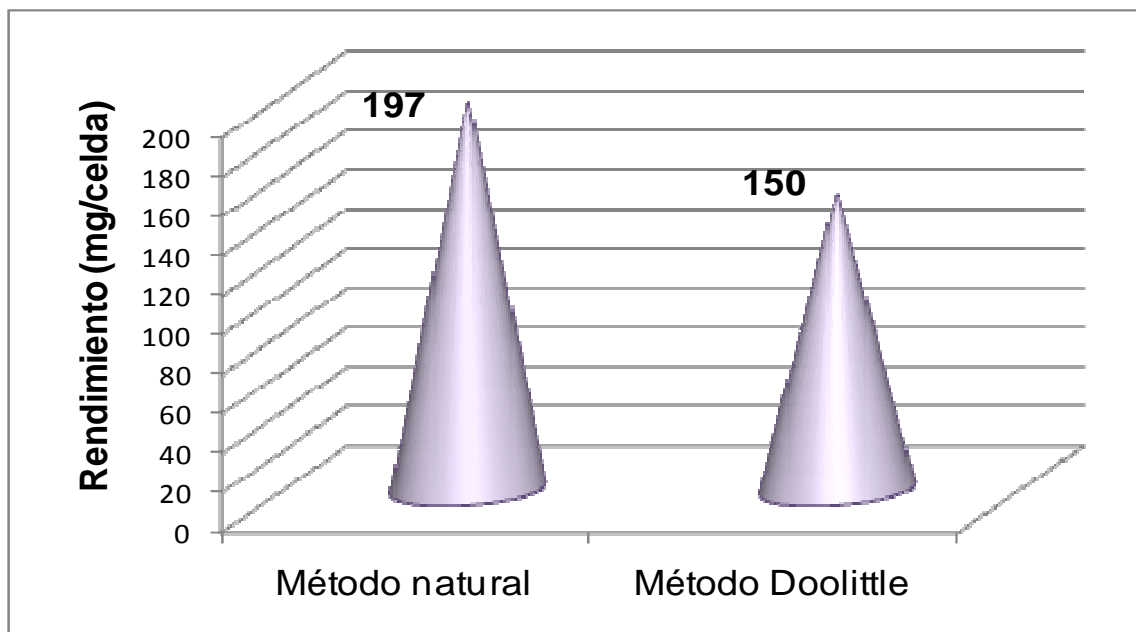


**Figura 35.** Comparación de la producción de jalea real obtenida por el método natural y el método Doolittle

Los datos expuestos señalan con claridad que la producción de jalea real con la aplicación del método Doolittle fue 6 veces mayor que la producción de jalea real en el método natural durante el período de experimentación. Debido a que como indica Prost (1995) la cantidad de jalea real cosechada es superior mientras mayor sea el número de celdas reales formadas, entonces como se describió en el punto 3.3.1 la cantidad de celdas reales conseguidas en el método Doolittle fue considerablemente mayor que las construidas en el método natural.

### 3.3.3 RENDIMIENTO DE JALEA REAL POR CELDA

Los resultados del rendimiento de jalea real obtenido por celda en cada uno de los métodos usados se muestra en la Figura 36. Para el caso del método natural el rendimiento promedio de cada celda fue de 197 miligramos y para el método Doolittle el promedio fue de 150 miligramos.



**Figura 36.** Comparación del rendimiento de jalea real por celda alcanzado en el método natural y en el método Doolittle

Como se aprecia, el rendimiento de jalea real conseguido en cada celda en la aplicación del método natural es mayor que el rendimiento de jalea real obtenido por el método Doolittle, situación que Prost (1995) y Chen y Chang (1993) señalan: mientras mayor sea el número de celdas reales cuidadas por las abejas, la producción de jalea real por cada celda disminuye.

### 3.4 ANÁLISIS FINANCIERO

Los resultados determinados en el análisis financiero realizado para la aplicación del método Doolittle se detallan a continuación.

- ***Inversión:*** la inversión tomó en cuenta la instalación de 100 colmenas productoras de jalea real, considerando entre ellas las colmenas de apoyo. Este valor es de USD 31051,00 la descripción de todos los parámetros considerados se observan en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Inversión fija necesaria para instalación de apiario con 100 colmenas

<b>INVERSIÓN</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
			<b>USD</b>	<b>USD</b>
Cajas	200	Unidad	10,00	2000,00
Bases	100	Unidad	6,00	600,00
Tapas	100	Unidad	7,00	700,00
Marcos	2000	Unidad	1,10	2200,00
Núcleos (sólo abejas)	100	Unidad	75,00	7500,00
Cera estampada	2000	Lámina	1,10	2200,00
Marcos especiales	200	Unidad	1,10	220,00
Cúpulas plásticas	10000	Unidad	0,02	200,00
Soporte de madera	2	Unidad	10,00	20,00
Aguja de transferencia	2	Unidad	18,00	36,00
Alimentadores	100	Unidad	3,50	350,00
Equipo de trabajo	4	Unidad	65,00	260,00
Palanca	4	Unidad	25,00	100,00
Cepillo apícola	2	Unidad	10,00	20,00
Ahumador	2	Unidad	35,00	70,00
Cooler	4	Unidad	11,00	44,00
Balanza	1	Unidad	19,00	19,00
Refrigeradora	1	Unidad	270,00	270,00
Cocineta	1	Unidad	45,00	45,00
Cilindro de gas	1	Unidad	55,00	55,00
Bloques de cemento	200	Unidad	0,19	38,00
<b>Equipo extracción miel</b>				
Extractor radial de miel	1	Unidad	450,00	450,00
Mesa de desoperculación	1	Unidad	200,00	200,00
Trinches desoperculadores	2	Unidad	18,00	36,00
Vehículo	1	Unidad	12000,00	12000,00
<b>TOTAL</b>				<b>29633,00</b>

En la Tabla 16 se indica la depreciación de los materiales y equipos necesarios para la implementación de las 100 colmenas productoras de jalea real de abeja

**Tabla 16.** Depreciación anual del material y equipo apícola

<b>Materiales</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Depreciación anual</b>	<b>Número reposiciones</b>
	<b>Años</b>	<b>USD</b>	
Cajas	10	200	0
Bases	10	60	0
Tapas	10	70	0
Marcos	5	440	0
Núcleos (sólo abejas)	*		0
Cera estampada	*		0
Marcos especiales	5	44	0
Cúpulas plásticas	2	100	2
Soporte de madera	10	2	0
Aguja de transferencia	5	7,2	0
Alimentadores	5	70	0
Equipo de trabajo	2	130	2
Palanca	2	50	2
Cepillo apícola	2	10	2
Ahumador	2	35	2
Cooler	2	22	2
Balanza	5	3,8	0
Refrigeradora	5	54	0
Cocineta	5	9	0
Cilindro de gar	5	11	0
Bloques de cemento	5	7,6	0
			0
<b>Equipo extracción miel</b>			
Extractor radial de miel	10	45	0
Mesa de desoperculación	10	20	0
Trinches desoperculadores	10	3,6	0
Vehículo	5	2400	0

La reposición de equipo para realizar el análisis financiero puede observarse en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Reposición de equipo para análisis financiero

Materiales	Vida útil Años	Costo USD	Inflación promedio 7.2%				Total reposiciones
			1	2	3	4	
<b>Cúpulas plásticas</b>	2	200,00		228,80		261,75	2
<b>Equipo de trabajo</b>	2	260,00		297,44		340,27	2
<b>Palanca</b>	2	100,00		114,40		130,87	2
<b>Cepillo apícola</b>	2	20,00		22,88		26,17	2
<b>Ahumador</b>	2	70,00		80,08		91,61	2
<b>Cooler</b>	2	44,00		50,34		57,58	2

El costo en pago de servicios y el costo administrativo o de mano de obra constituyen el costo operativo inicial para los primeros meses de implantación del proyecto, este valor es de USD 472,01 y se señala en la Tabla 18. Esta cifra agregada a la inversión da un total de inversión inicial de USD 31523,01.

**Tabla 18.** Capital operativo inicial

MES	0	1	2
Ingreso		2930,00	2930,00
Costo operativo	112,01	112,01	112,01
Costo administrativo	360,00	1471,50	1471,50
Flujo neto inicial	-472,01	1346,49	1346,49
<b>Costo neto acumulado</b>	<b>-472,01</b>	<b>874,48</b>	<b>2220,97</b>
<b>Capital operativo inicial</b>	<b>472,01</b>		

El valor de la inversión inicial será financiado con un crédito para pequeñas y medianas empresas a una tasa de interés de 11,83%.

Los costos variables de producción anuales se observan en la Tabla 19 y son de USD 1344,14, valor que considera el azúcar usada para la alimentación de las colmenas y los envases requeridos para conservar el producto.

**Tabla 19.** Costos variables de producción

<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor anual</b>
			<b>USD</b>	<b>USD</b>
Azúcar	1341	kg	0,54	724,14
Envases de vidrio	1680	unidades	0,25	420,00
Envase de plástico	2500	unidades	0,08	200,00
<b>Total Costos Variables</b>				<b>1344,14</b>

Los costos fijos anuales corresponden a un valor de USD 3810,00, que se detalla en la Tabla 20 y para su determinación se consideró el valor de los servicios necesarios para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 20.** Costos fijos anuales de producción

<b>COSTOS FIJOS</b>				
<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de pago</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor anual</b>
Arriendo*	12	Al inicio	120,00	1440,00
Agua	12	Al final	20,00	240,00
Luz	12	Al final	15,00	180,00
Gas	12	Al final	2,50	30,00
Combustible	12	Al final	160,00	1920,00
<b>Total Costos Fijos</b>				<b>3810,00</b>
* 2 meses de garantía al inicio				

En lo referente a la mano de obra se necesitará un técnico especialista en la aplicación del método Doolittle, quien trabajará conjuntamente con 3 apicultores más. Entonces el valor correspondiente a este rubro es de USD 13848,00 y se indica en la Tabla 21.



**Tabla 21.** Costo de la mano de obra necesaria

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo mensual</b>	<b>Sueldo anual</b>
		<b>USD</b>	<b>USD</b>
Técnico	1	500,00	6000,00
Obreros	3	218,00	7848,00
<b>TOTAL</b>			<b>13848,00</b>

Con los datos expuestos en las Tablas 20 y 21 se determina que el valor total anual de los costos operativos es de USD 17658,00.

Para conocer el ingreso anual por ventas, cuyo valor asciende a USD 35160,00, se consideró dos productos apícolas: miel y jalea real de abeja, estos datos se observan en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Ingreso por ventas anuales

<b>Ventas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Total</b>
			<b>USD</b>	<b>USD</b>
Miel	kg	2500	6,00	15000,00
Jalea real	g	25200	0,80	20160,00
<b>Ingreso total</b>				<b>35160,00</b>

En la Tabla 23 se detalla el estado de resultados proyectado para el tiempo de vida útil del proyecto de producción de jalea real de abeja.

**Tabla 23.** Estado de resultados proyectado

<b>CUENTAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ventas	<b>35160,00</b>	<b>36918,00</b>	<b>38763,90</b>	<b>40702,10</b>	<b>42737,20</b>
Costo de ventas	1344,14	1411,35	1481,91	1556,01	1633,81
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>33815,86</b>	<b>35506,65</b>	<b>37281,99</b>	<b>39146,08</b>	<b>41103,39</b>
Gastos de administración	17658,00	18540,90	19467,95	20441,34	21463,41
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>16157,86</b>	<b>16965,75</b>	<b>17814,04</b>	<b>18704,74</b>	<b>19639,98</b>
<b>Gastos financieros</b>					
Préstamos	9419,95	9419,95	9419,95	9419,95	0,00
Cuotas de reposición de activos	0,00	480,64	0,00	169,25	0,00
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>6737,91</b>	<b>7065,16</b>	<b>8394,09</b>	<b>9115,54</b>	<b>19639,98</b>
IVA 0%	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>6737,91</b>	<b>7065,16</b>	<b>8394,09</b>	<b>9115,54</b>	<b>19639,98</b>

El Valor Actual Neto es de 4 419,86 y la Tasa Interna de Retorno es del 17 %. Ambos valores señalan que el proyecto es rentable.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- La formación de celdas reales en el método natural es de 8,10 celdas y en el método Doolittle el número de celdas reales formadas es de 69,69, valor que corresponde al porcentaje de aceptación de larvas.
- La producción promedio por extracción en el método natural es de 1,59 gramos mientras que en el método Doolittle dicho valor es de 10,47 gramos; lo cual implica que el desarrollo del método natural genera una producción doméstica o extensiva, sin alcanzar niveles productivos para comercialización.
- El rendimiento promedio conseguido en el método natural es de 197 mg/celda y en el método Doolittle es de 150 mg/celda.
- El análisis financiero indica que la inversión necesaria para 100 colmenas productoras de jalea real corresponde a USD 30105,01, los costos operativos son de USD 17658, el ingreso por ventas serán de USD 35160,00 la utilidad neta en el primer año es de USD 6737,91, el VAN es de 4419,86 y el TIR equivale al 17%.
- Con el fin de garantizar la implementación del método Doolittle se requiere de un período de capacitación técnica del personal para el adecuado manejo y aprovechamiento de este sistema
- La producción de jalea real de abeja mediante el uso del método Doolittle con alimentación artificial es una excelente alternativa para diversificar la oferta apícola en el Ecuador, además de aprovechar épocas de escasa floración que son inadecuadas para conseguir otros productos apícolas como miel y polen.

- Durante todo el procedimiento de obtención y transporte de jalea real de abeja es imprescindible mantener la cadena de frío para así conservar adecuadamente las propiedades de este producto.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se debería analizar la producción de jalea real de abeja mediante el uso del método Doolittle en colmenas sin orfanizar, es decir, con la permanencia de la abeja reina en la colmena pero separada del área productiva por un excluidor de reinas. Esto debido a que una colonia huérfana siempre presentará un comportamiento anormal y se tiene el riesgo de que se convierta en colmena zanganera.
- Se recomienda analizar la influencia de usar alimentos proteicos (harina de soya, fréjol, leche en polvo, etc.) en el rendimiento de jalea real de abeja.
- En una explotación intensiva de productos apícolas es imprescindible llevar un adecuado registro escrito de cada colmena con el fin de determinar cuales colmenas poseen mejores características genéticas para la producción de jalea real, por ejemplo: buen patrón de postura, mansedumbre, baja tendencia a enjambrar, mejor productividad, etc.
- La aplicación de buenas prácticas de manufactura son imprescindibles con el fin de garantizar la calidad y cualidades terapéuticas del producto ofertado, así como para conseguir óptimos rendimientos en la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, E., 1998, "Produção de abelhas rainhas africanizadas". Exposición presentada en el 12º Congreso Brasileiro de Apicultura. Salvador, Brasil, [www.apacame.org.br/mensagemdoce/49/artigo2.htm](http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/49/artigo2.htm), (Enero, 2009).
2. Asís, M., 2007, "Apiterapia 101 para todos: cómo usar los siete productos de la colmena para curar a una comunidad", Tercera Edición, Miami, Estados Unidos, pp. 52-62.
3. Ballesteros, H. y Vásquez, E., 2007, "Determinación de la producción de jalea real en colmenas de cría de diferentes dimensiones", Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Colombia, <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Revista/10.Determinacindelaproducciondejaleareal.pdf>, (Enero, 2009).
4. Barrera, A., 2008, "Manual de cría de abejas reina", Cuarta Edición, Editada por el Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), México, p. 13.
5. Bianchi, E., 1997, "La Jalea Real: Poderoso Reconstituyente y Revitalizante", Centro de Investigaciones Apícolas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago Del Estero, [www.culturaapicola.com.ar/apuntes/apiterapia/apiterapia.htm](http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/apiterapia/apiterapia.htm), (Enero, 2009).
6. Cabrera, J., 2007, "Perspectivas de la Apiterapia en el Ecuador", Primer Simposio Internacional de Apiterapia, Universidad Central del Ecuador, Noviembre.

7. Canon, 2007, (Enero, 2010) <http://www.lafotografatis.com/Naturaleza/Panal-de-miel-de-abejas-de-la-especie-Apis-mellifera.jpg/foto.html>
8. Chen, C. y Chang, S., 1993, "Relationship between royal jelly production and number of queen cups in the honey bee, *Apis mellifera L.*", Taiwan Apicultural and Sericultural Experiment Station, p. 1.
9. Cobo, A., 1981, "Manejo de la reproducción de las colonias de abejas", Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca, Nº 15/81, España, pp. 3, 4.
10. Cornejo, L., 1993, "Apicultura práctica en América Latina", Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Roma, pp. 93-94, 123-124.
11. De Araujo, J. y Echazarreta, C., 2001, "Rendimiento de Jalea Real con Dietas Suplementarias a Base de Azúcar, Mucuna (*Stylobium deeringianum*), Miel y Polen", XV Seminario Americano de Apicultura, Tepic, Nayarit, México, pp. 59-64.
12. De Araujo, J. y Echazarreta, C., 2001, "Un sistema de producción de jalea real con suplementación", VII Congreso Internacional de Actualización Apícola. Puebla, Puebla, México, pp. 68-73.
13. Del Pozo, E. y Schopflocher, R., 1996, "Apicultura lucrativa", Décima Edición, Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina, pp. 128-130, 133, 169, 171.
14. Fábrega, A., 1984, "Multiplicación del colmenar", Tercera Edición. Editorial Sintés S.A., Barcelona, España, pp. 95-96.
15. Fuente, J. y Jácome, M., 2005, "Propuesta para la apertura de exportaciones del sector apícola. Aplicación del estudio para la Provincia de Pichincha, sector Nororiente. Período 2000 - 2008", Tesis previa a la

- obtención de Economista, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, pp. 37-41.
16. Fumigadora continente, 2005, [www.fumigacontinente.com/abejas\\_pag.html](http://www.fumigacontinente.com/abejas_pag.html) (Enero, 2010).
  17. Gutiérrez, J., 2006, "Producciones apícolas no convencionales en búsqueda de una apicultura sustentable. Producción intensiva de Jalea Real". Buenos Aires, Argentina. [www.apitrack.com/pdf/produccion\\_no\\_convencional\\_juan\\_jose\\_gutierrez\\_02\\_2007.pdf](http://www.apitrack.com/pdf/produccion_no_convencional_juan_jose_gutierrez_02_2007.pdf), (Marzo, 2008).
  18. Guzmán, E., 2008, "Manual para la cría de abejas reinas", Programa Nacional de Apicultura del INIFAP, SAGARPA, México, pp. 6-9.
  19. Hooper, T., 1987, "Las abejas y la miel. Guía para el apicultor", Tercera Edición, Buenos Aires, Argentina, pp. 204-205.
  20. Jiménez, S. y Jumbo, A., 1997, "Diagnóstico de la Apicultura en la Provincia de Pichincha y la posibilidad de formación de microempresas en el Cantón Cayambe, período: 1984 – 1994", Tesis previa a la obtención del Título de Economista, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, pp. 54, 76-82.
  21. Lascano, M. y Lozada, C., 2001, "Situación, comportamiento y perspectivas de producción y comercialización de la miel de abeja en la provincia de Pichincha (período: 1995 – 2000)", Tesis de Grado previa la obtención del título de licenciatura en Economía, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, pp. 26-33
  22. López, A., 2006, "Producción de Jalea Real en copaceldas de plástico y cera de abeja en cámaras de cría orfanizadas de *Apis mellifera* en Yucatán", México, p. 4.

23. Manrique, A. y Párraga, R., 1995, "Producción de miel y de jalea real", FONAIAP Divulga N° 48, San Juan de los Morros, Guarico, Venezuela, [www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd48/texto/produccion.htm](http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd48/texto/produccion.htm), (Febrero, 2008).
24. Mantilla, C., 2005, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales, (Febrero, 2008), <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/medellin/b4040/lecciones/cap04/images/4.3/121.jpg>
25. Mendizábal, F., 2005, "Abejas", Primera Edición, Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina, pp. 74-76.
26. Molina, J. y Rodríguez, J., 1996, "Diseño y construcción de implementos apícolas: extractor radial centrífugo para miel, prensa para cera y máquina estampadora de cera", Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, p. 2.
27. Moreno, V., 1999, "La miel es una hebra que nos ata el cielo", Revista EKOS: Economía y Empresa. N° 62-63, pp. 54-57
28. Morse, R. y Hooper, T., 1992, "Enciclopedia ilustrada de Apicultura". Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina, pp. 308 – 311.
29. Navarrete, L. y Tipán, T., 2008, "Propuesta de mejoramiento de los procesos en la microempresa artesanal de apicultura: Mieles Adrianita", Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniería en Administración de Procesos", Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, p. 56.
30. Ocaña, N., 2008, "Diseño de un sistema de procesamiento y envasado para miel de abeja", Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, pp. 12



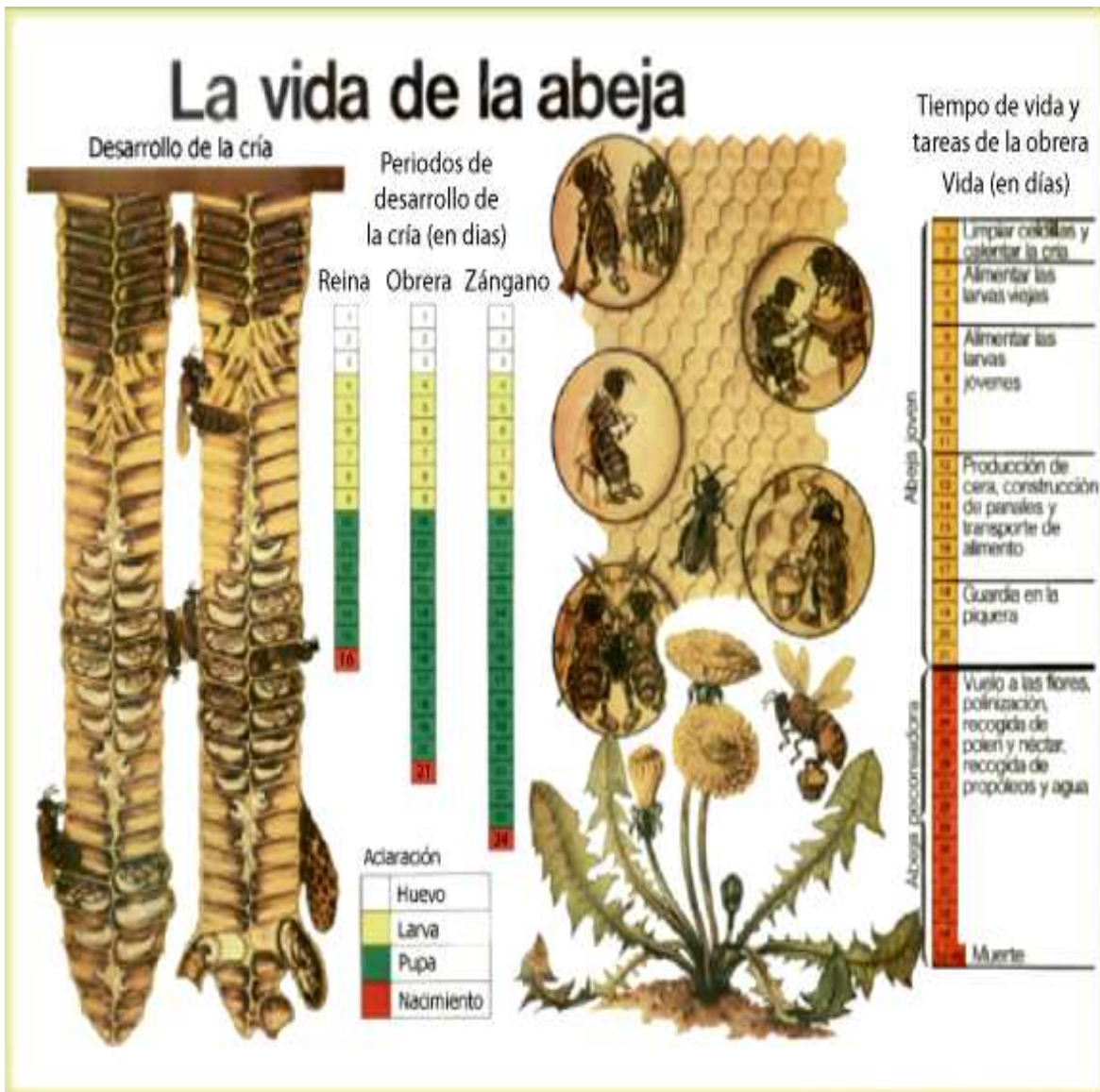
31. Ochoa, A., 1981, "Manejo de la reproducción de las colonias de abejas", Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca, Número 15, España, p. 3
32. Pech, V., Ojeda, R., Flores, A. y Araujo, J., 2006, "Estudio de viabilidad económica de la producción de jalea real con abejas *Apis Mellifera* alimentadas artificialmente en época de escasez en Yucatán, México", Revista Mexicana de Agronegocios, enero-junio, año/vol. X, número 18. Universidad Autónoma de la Laguna. Torreón, México, <http://www.buscagro.com/Detailed/41092.html>, (Marzo, 2008).
33. Pesante, D., 1996 "Producción de Abejas Reinas", [www.academic.uprm.edu/dpesante/5355/crianzadereinas.pdf](http://www.academic.uprm.edu/dpesante/5355/crianzadereinas.pdf), (Enero, 2008).
34. Philippe, J., 1990, "Guía del apicultor", Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 126-130, 247-248, 305-307.
35. Polaino, C., "Manual práctico del apicultor", Edición MMVI, Cultural S. A., Madrid, España, pp. 291-292, 335-338.
36. Prost, J., 1995, "Apicultura", Tercera Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 525-569.
37. Queiroz, M., Paes, S. y Azevedo, M., 2001, "Produção de geleia real e desenvolvimento da larva de abelhas *Apis mellifera*, na Região Semi Árida de Pernambuco", Revista Brasileira de Zootecnia. Vol 30 N° 2. Marzo / Abril 2001. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982001000200022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982001000200022), (Febrero, 2008).
38. Ravazzi, G., 1997, "Curso de Apicultura", Primera Edición. Editorial de Vecchi S. A., Barcelona, España, pp. 93-98.

39. Rey, M., 1992, "Apicultura", Primera Edición, Editorial UNISUR, Colombia, p. 199.
40. Reyes, J. y Cano P., 2000, "Manual de cría de abejas reina", Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Cuarta edición, COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA, [www.iica.int.ni/Estudios\\_PDF/manual%20de%20cria%20de%20Reinas.pdf](http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/manual%20de%20cria%20de%20Reinas.pdf), (Junio, 2008).
41. Root, A., 1990, "ABC y XYZ de la Apicultura", Primera Edición, Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina, pp. 154, 593-594.
42. Sánchez, C., 2003, "Crianza y producción de abejas. Apicultura". Ediciones Ripalme. Lima, Perú, pp. 60, 78-81.
43. Santillán, C., 1997, "Deje que las abejas trabajen para usted", Revista Gestión, N° 39, Ecuador, pp. 43, 44.
44. Sepúlveda, J., 1986, "Apicultura", Primera Edición, Biblioteca Agrícola AEDOS, Barcelona, España, pp 118 -119, 121,122.
45. Teason, J., 2008, " Enciclopedia Estudiantil Hallazgos", World Book Illustration, [http://www.millis.k12.ma.us/resources/projects/Third%20Grade/Animales/INSECTOS/abeja/Abeja3\\_files/image002.jpg](http://www.millis.k12.ma.us/resources/projects/Third%20Grade/Animales/INSECTOS/abeja/Abeja3_files/image002.jpg). (Octubre, 2009).
46. Valega, O., 2007, "Cría de reinas", Apícola Don Guillermo, Argentina, <http://www.apiservices.com/articulos/multiplicacion.htm>, (Enero, 2008).
47. Yunes, M., Macías, G. y Carlisle, B., 2006, "Estudio de factibilidad para Miel Jalisco, productores de miel organiza en Tonalá, Jalisco", Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas. Maestría en Negocios y Estudios Económicos, Universidad de Guadalajara, [www.kellogg.nd.edu/projects/TIES/pdfs/ESTUDIO%20de%20FACTIBILIDAD.pdf](http://www.kellogg.nd.edu/projects/TIES/pdfs/ESTUDIO%20de%20FACTIBILIDAD.pdf), (Octubre, 2008).

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Ciclo de vida de las 3 castas de abejas: reina, obrera y zángano

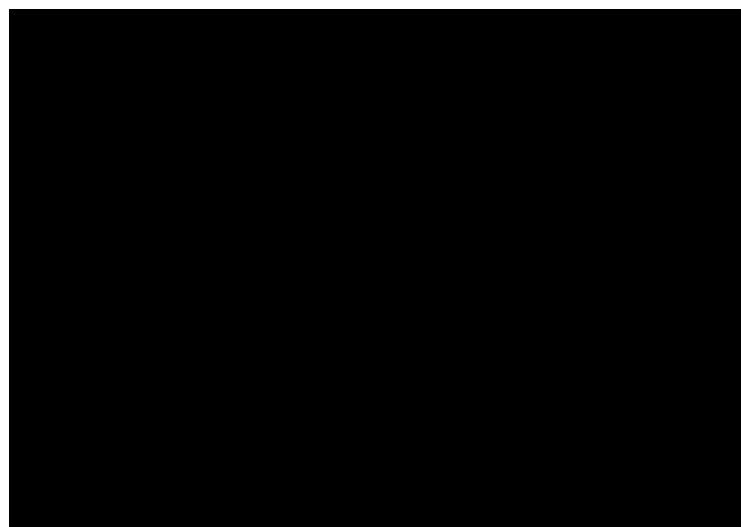
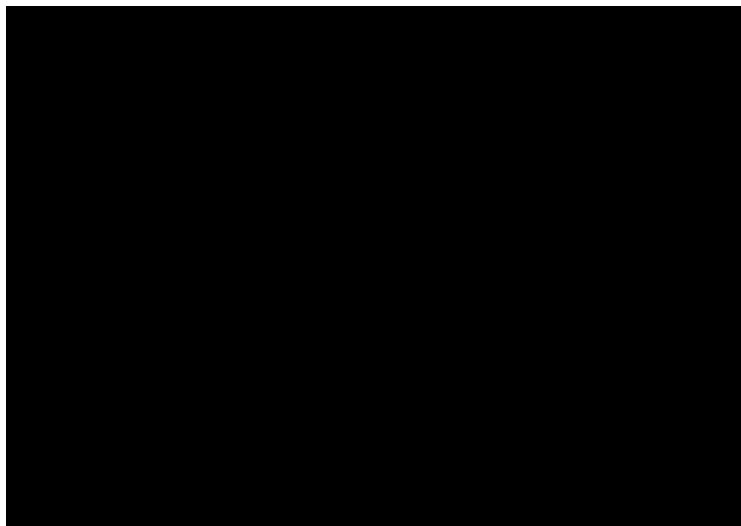


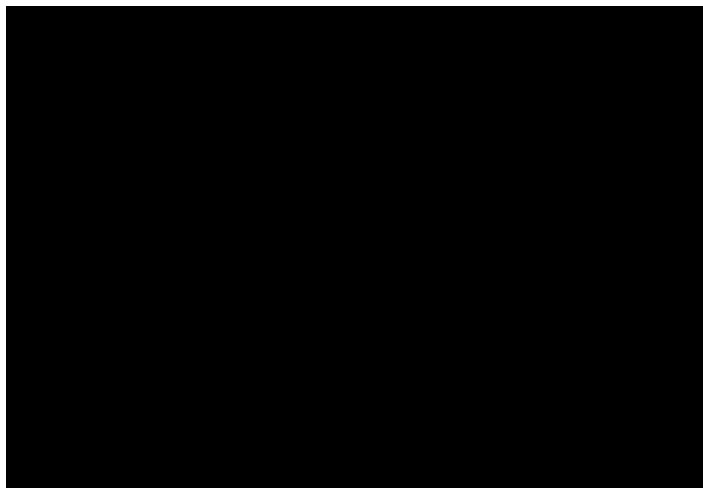
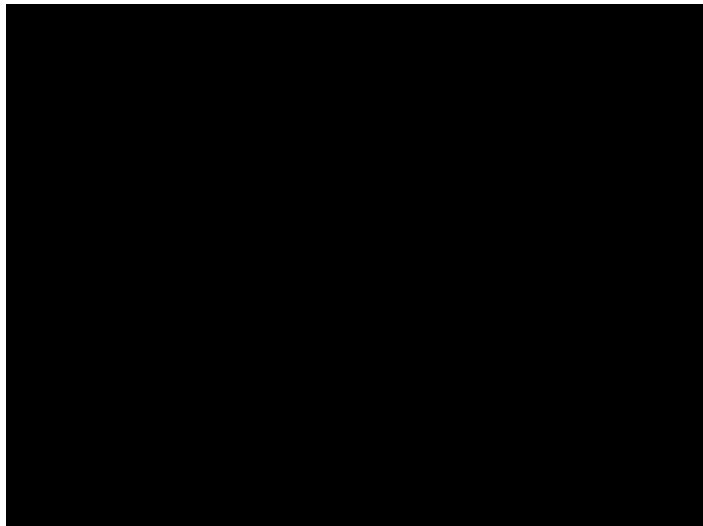
Fuente: Fumigadora Continente

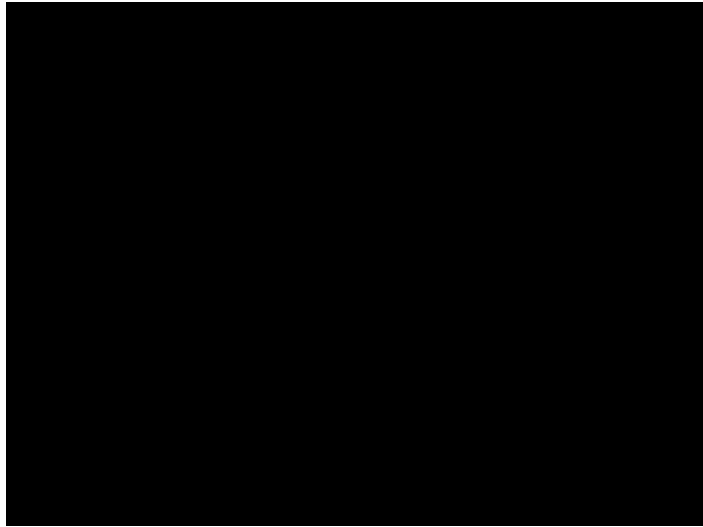
**ANEXO 2****Registro de datos por colmena del método natural**

Nº colmena	Celdas formadas	Producción	
		gramos	mg/celda
1*	5	1,20	240
	7	1,40	200
	6	1,20	200
	5	1,00	200
	7	1,50	214
	5	0,90	180

\*Colmena zanganera







### ANEXO 3

#### Registro de datos por colmena en el método Doolittle

